А. С. КРАСИЛЬНИКОВ

Директор Кудиновского завода «Электроугли»

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОУГОЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Утверждено ГУУЗ НКТП СССР
в качестве учебника для
курсов техминимума

НКТП СССР

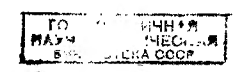
ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА · 1936 · ЛЕНИНГРАД

„Стахановское движение это такое движение рабочих и работниц, которое ставит своей целью преодоление нынешних технических норм, преодоление существующих проектных мощностей, преодоление существующих производственных планов и балансов“.

И. СТАЛИН

ЭЭ-40-3-2

Рецензент Г. Я. Арьякас
Редактор доц. Б. М. Тареев
Технический редактор К. М. Шевелев



Сдано в производство 9 апреля 1936 г. Подписано к печати 20 апреля 1936 г. Формат бумаги 62×94 1/16. Количество печ. листов 10 1/2. Колич. бум. листов 5 1/4. Учетно-авторских листов 12,03. Количество печ. знаков в 1 бум. листе 113.052. Энергоредакция № 44/М. Заказ № 488. Тираж 3000. Уполномоченный Главлита № В—38601.

4-ая типография ОНТИ НКТП СССР «Красный Печатник», Ленинград, Международный 75-а.

ПРЕДИСЛОВИЕ

До сего времени производство электрощеток и электроуглей у нас не вполне освоено, несмотря на то, что в СССР разрешены труднейшие технические проблемы в других отраслях промышленности.

Целью настоящей работы является учет накопившегося опыта и систематизация его для того, чтобы сохранить этот опыт и дать конкретное описание электроугольного производства в том виде, как оно поставлено в наши дни.

Нужда в книге, дающей описание производства электрощеток и электроуглей, особенно остро дала себя знать, когда рабочие согласно постановлению правительства СССР приступили к изучению технического минимума по электроугольному и электрощеточному производству, так как в советской технической литературе нет ни одной книги на эту тему.

Приношу искреннюю благодарность за просмотр рукописи этой книги:

Инж. П. А. Бабынину — начальнику щеточного и электрографитировочного цехов завода «Электроугли».

Инж. К. М. Вулодимо — начальнику электроугольного и печного цехов завода «Электроугли».

Инж. В. М. Ильгисонис — начальнику опытного цеха и общезаводской лаборатории завода «Электроугли».

Инж. С. Г. Шевелевич — заведующему физической лабораторией завода «Электроугли».

Автор

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава четвертая. **Технологические процессы производства электрощеток**

Глава пятая. **Технологический процесс производства разных электроугольных изделий**

Глава восьмая. **Справочные сведения по электрощеткам и электроуглям**

ВВЕДЕНИЕ

Главными потребителями электроугольных изделий являются электромашиностроительные заводы, для которых завод «Электроугли» изготовляет щетки. Слаботочная электропромышленность применяет электроугольные изделия в виде телефонных мембран, микрофонного порошка, телефонных цоколей, различного рода контактов и пр., являющихся деталями разнообразных аппаратов. Автотракторной промышленности электроугольное производство поставляет бронзо-графитные самосмазывающиеся подшипники для автомобильных стартеров и генераторов. Прожекторная, элементная и кинопромышленность снабжается различного рода углями для осветительных, киносъемочных, проекционных и других целей.

Этот перечень только основных потребителей электроугольных изделий говорит о том, какое важное значение имеет для электрификации народного хозяйства Советского союза электроугольная промышленность.

Электроугольные изделия, являясь незаменимыми деталями многообразных электрических машин и аппаратов, должны производиться в таком количестве и такого качества, чтобы не тормозить развития той или иной отрасли народного хозяйства.

План второй пятилетки представляет собой программу завершения технической реконструкции социалистического народного хозяйства. Одним из важнейших элементов этой технической реконструкции является электрификация. Об этом Ленин сказал: «Если не перевести Россию на иную технику, более высокую, чем прежде, не может быть речи о восстановлении народного хозяйства и о коммунизме. Коммунизм есть советская власть плюс электрификация всей страны, ибо без электрификации поднять промышленность невозможно» (т. XXV, стр. 490). Так учил Ленин, и мы видим, как с каждым днем под гениальным руководством т. Сталина это учение проводится в жизнь и электрификация Советского союза развивается колоссальными темпами.

Вот почему электроугольная промышленность, участвуя в деле электрификации страны, должна стоять на должной производственно-технической высоте. Электрические щетки должны быть хорошего качества, чтобы из-за этой маленькой, но очень ответственной детали не получалось ухудшения работы мощных электрических машин. Потребность страны в электроугольных изделиях превышает производственные возможности завода «Электроугли», а поэтому максимальное использование всех скрытых резервов в электроугольной про-

мышленности является первоочередной задачей стахановского движения.

Бурный рост электромашино- и аппаратостроения предъявляет все большие и большие требования к электроугольной промышленности как поставщику деталей электрических машин и аппаратов. Электроугольная промышленность должна идти в ногу с развитием электропромышленности и в количественном и в качественном отношении.

Завод «Электроугли» во второй пятилетке должен дать в три раза больше продукции, чем было дано за первую пятилетку. Отсюда ясны задачи, стоящие перед электроугольной промышленностью.

Рост стахановского движения дал возможность использовать некоторые резервные мощности завода. Стахановцы — рабочие и инженеры,—сосредоточили свое внимание на узких местах в работе завода. Упорным изучением этих узких мест нашли возможность «расшить» их, вследствие чего производственная мощность завода стала использоваться более полно. Так, в результате развития стахановских методов работы мельничные агрегаты увеличили производительность на 70%, а мощность обжигательных печей увеличилась на 25% без дополнительных затрат. Но это только малая доля того, что можно еще сделать и что должно быть сделано для выявления скрытых производственных возможностей завода.

В развертывании инициативы стахановцев по рационализации производства большую роль сыграло изучение технического минимума, организованное в 1935 г. для части рабочих завода.

В 1936 г. все рабочие и бригадиры электроугольной промышленности должны пройти технический минимум по изучению технологического процесса производства вырабатываемых ими изделий. Это даст еще большую возможность проявить техническую инициативу рабочему-стахановцу и на том же оборудовании производить больше изделий, лучшего качества и дешевле.

Нельзя забывать, что бурный рост союзного электромашино- и аппаратостроения ставит перед электроугольной промышленностью Союза ряд новых неотложных задач по освоению новых типов электроугольных изделий. Эти трудные задачи может выполнить только рабочий, хорошо освоивший электроугольное производство.

Производительность труда, качество продукции и ее себестоимость, как и повышение заработной платы, в полной мере зависят от освоения рабочим своей специальности и от правильной организации его рабочего места.

Максимальное использование машинного времени, экономное расходование материала и электроэнергии, снижение брака, умение применить рационализаторские мероприятия и тем повысить производительность труда—все это доступно только рабочему, который хорошо знает свое дело. А последнее достигается настойчивым, кропотливым изучением своей специальности, повышением своей технической и общеобразовательной грамотности, для чего и вводится технический минимум. Это особенно важно для электроугольной промышленности, так как в Союзе нет пока еще ни одного технического учебного заведения, которое занималось бы подготовкой квалифицирован-

ных рабочих, техников и инженеров для электроугольной промышленности.

Изучение технического минимума должно заложить основу дальнейшего, более углубленного, освоения рабочими техники, дальнейшего повышения технического и общего образования, чтобы скорее достигнуть уничтожения разницы между физическим и умственным трудом. Это—основная цель прохождения технического минимума.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

СЫРЬЕ ЭЛЕКТРОУГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основные сырьевые материалы электроугольного производства следующие: графиты — алиберовский и курейский, коксы — нефтяной и пековый, антрацит, сажа, пек, каменноугольная смола, медный купорос, цинковая пыль, медный порошок, оловянная пыль, серная кислота, фтористый церий, борная кислота, жидкое калиевое стекло и другие материалы. Ниже дается краткое описание физических и химических свойств только этих основных видов сырья, применяемых в производстве электроуглей и электрощеток.

1. ГРАФИТ

На заводе «Электроугли» для производства электроуглей и электрощеток употребляются алиберовский и курейский графиты.

Алиберовский графит — минерал серебристого белого цвета, он, как и другие сорта графитов, представляет собой разновидность природного углерода.

Алиберовский графит относится к крупнокристаллической разновидности графита. Кристаллы этого графита имеют вид весьма тонких чешуек и очень жирны наощупь. Добывается алиберовский графит в Восточной Сибири.

На завод «Электроугли» алиберовский графит доставляется с Кыштымской (Урал) обогатительной фабрики в измельченном виде, с большим процентом зольности, достигающей в отдельных случаях до 16%, и с большой влажностью.

Технические условия на алиберовский графит следующие:

1. Тонкость помола (крупизна) . .	250 меш
2. Зольность не выше	5%
3. Влажность не выше	1%
4. Летучих при 300°	0,3%
5. Летучих при 800°	1,5%
6. Серы не выше	0,3%
7. Окиси железа	0,1%
8. Хлора	отсутствие

Алиберовский графит при прессовке в глухую матрицу при давлении в 1 000—2 000 *кг/см²* должен превращаться в сплошной монолитный блок без трещин.

Эти технические условия поставщиком графитов Союзграфиткорундом не выполняются, особенно в отношении зольности. Между

тем, большая зольность является главным недостатком алиберовского графита, так как для хорошего качества электрощеток и электроуглей требуются малозольные графиты. По имеющимся данным на заграничных электроугольных заводах при производстве электрощеток применяются графиты с зольностью не выше 2—3%. У нас же графиты для электроугольной промышленности поставляются с зольностью не ниже 9%.

Для определения влияния зольности электрощетки на износ коллектора на заводе «Электроугли» был проведен следующий опыт: был взят цейлонский (малозольный) графит и искусственно озолен алиберовским графитом до 4, 8 и 12%. Сделанные из такого озоленного графита электрощетки в зависимости от наличия в щетке золы различно изнашивали коллектор электрической машины. Износ коллектора электрической машины электрощеткой оказался почти прямо пропорциональным наличию золы в последней.

Зольность графита отрицательно влияет и на электропроводность электрощеток и электроуглей. Отсюда понятно, какое важное значение для электроугольной промышленности в смысле получения изделий хорошего качества имеет малозольный графит. Качество электрощеток резко снизилось после 1930 г., когда завод «Электроугли» вместо цейлонского графита с зольностью не больше 2% стал применять алиберовский графит с зольностью не ниже 9%.

Отсюда первоочередная задача для поставщиков алиберовского графита — это то, чтобы они зольность алиберовского графита научились снижать до 2 — 3%.

Курейский графит (графитит) относится к скрытокристаллической разновидности природного углерода. На этом основании курейский графит по старой терминологии назывался аморфным графитом. Месторождение курейского графита находится на реке Курейке (Северный бассейн р. Енисея). На завод «Электроугли» этот графит доставляется в молотом виде с Красноярской обогатительной фабрики.

Технические условия на курейский графит те же, что и на графит алиберовский. Этому графиту присущи те же недостатки, которые имеет и алиберовский графит.

Поэтому перед Главным управлением Северного морского пути в отношении улучшения качества курейского графита стоят те же задачи, которые электроугольная промышленность перед Главнеметом выдвигает в отношении алиберовского графита.

Вопрос об обогащении курейского графита остается открытым до настоящего времени. Фактически завод «Электроугли» получает не графит, а измельченную руду, так как средние результаты анализов для курейского графита за последние годы дают содержание золы до 13% и летучих до 6,5%.

Отсюда—необходимость в обжиге измельченного графита при температуре не ниже 1 000°.

Испытания графитов в заводской лаборатории производятся следующим образом:

1. Определение летучих производится по американскому способу (сжигание в платиновом тигле № 7 в течение 7 мин.)

2. Определение зольности — сжиганием в муфельной печи.

3. Влажность определяется сушением навески до постоянного веса при температуре 105°.

4. Сера определяется по способу Лунге.

2. НЕФТЯНОЙ КОКС

Нефтяной кокс является чрезвычайно важным сырьем для производства электроуглей и электрощеток. Нефтяной кокс получается из нефти и по своей природе представляет почти беззольный материал. Содержание золы в этом коксе обычно бывает не выше 0,3%.

Нефтяной кокс, главным образом, идет для производства осветительных электроуглей, где зольное сырье неприменимо, так как минеральные примеси, находящиеся в составе золы, могут дать нежелательное окрашивание пламени осветительных электроуглей. Кроме того, наличие в электроуглях значительных количеств золы обусловливает неспокойное горение.

Завод «Электроугли» получает нефтяной кокс из Баку (завод им. Буденного), Грозного и Туапсе.

Технические условия на нефтяной кокс следующие:

1. Содержание летучих не выше . 4%
2. Содержание влаги не выше . . . 0,2%
3. Содержание золы не выше . . 0,3%
4. Содержание серы не выше . . 0,5%
5. Размер кусков кокса максимум 400 *мм*
6. Размер кусков кокса минимум . 25 *мм*
7. Мелочи от 1 до 25 *мм* 8% и мельче 4 *мм* 1%.
8. Содержание песка не допускается; куски кокса не должны иметь пенкообразную поверхность

Нефтяной кокс должен быть однообразным, чистым, без посторонних примесей.

Строение кокса должно быть мелкопористое, без образования плотной черной корки.

Завод «Электроугли» в своем производстве предпочитает применять бакинский нефтяной кокс по следующим соображениям:

Бакинский кокс более однороден, и куски его обычно не превышают размера детской головы, тогда как грозненский нефтяной кокс неоднороден и слишком порист. Куски его достигают размеров больших плит, имеющих большую пленку и рыхлый поверхностный слой.

Различить эти два сорта нефтяного кокса друг от друга можно по цвету. Бакинский кокс — светлостальной, а грозненский имеет темный цвет с блестящим металлическим оттенком.

При приемке нефтяного кокса применяются те же методы испытания, что и при приемке графитов.

3. ПЕКОВЫЙ КОКС

Пековый кокс применяется в качестве основного сырья для производства некоторых электроугольных изделий слаботочной промышленности. Он должен быть темносерого цвета и мелкозернистого строения, получается путем коксования каменноугольной смолы при тем-

пературе 900—1 000° и принимается по следующим техническим условиям:

1. Зольность не выше 0,3%
2. Летучих не выше 3%
3. Влаги не выше 0,5%

Пековый кокс испытывается на определение содержания: золы летучих и влаги.

4. АНТРАЦИТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ

Антрацит представляет собой твердый ископаемый уголь черного цвета с сероватым оттенком; содержит большое количество углерода.

Антрацит применяется как основное сырье при изготовлении микрофонного порошка. Для этих целей антрацит берется исключительно из шахты им. Войкова, из пласта 2/5-КУ.

5. САЖА

Сажа вырабатывается из так называемого зеленого масла минерального происхождения в специальных печах при недостатке воздуха путем выжига этого масла. Сажа поставляется Кудиновским сажевым заводом, который до 1933 г. входил в состав завода «Электроугли».

Сажа для электроугольной промышленности поставляется по следующим техническим условиям:

1. Содержание летучих веществ не выше 3%
2. Содержание золы не выше 0,1%
3. Содержание влаги не выше 0,75%
4. 1 г сухой сажи должен занимать объем не более 10 $см^3$
5. 1 г сажи в бензине „калоша" после 15 мин. осаждения должен занимать объем не менее чем 30—45 $см^3$
6. Сажа должна просеиваться через сито 18 меш.

Испытание сажи производится на определение: процентного содержания летучих, зольности, серы, влаги и объемного веса,

6. КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СМОЛА

Каменноугольная смола применяется в качестве связующего вещества в производстве электроуглей и представляет собой смесь твердых и жидких углеводов, получающихся в качестве побочного продукта при коксовании углей. Связующая или цементирующая способность каменноугольной смолы характеризуется выходом из нее спекающего кокса, что в свою очередь зависит от качества данного сорта каменного угля.

Каменноугольная смола представляет собой густую, вязкую жидкость цвета от темнокоричневого до черного с характерным запахом. Удельный вес выше единицы и лежит в пределах от 1,12 до 1,28.

Химический состав каменноугольной смолы зависит от сорта каменного угля, подвергающегося коксованию. Выбор той или иной смолы имеет решающее значение для электроугольного производства. Ниже-

приведенная таблица указывает на различие в смолах разного происхождения:

Какого завода смола	Удельная вязкость при 80°	Удельный вес при 15°	Свободный углерод в %	Выход кокса в %	Зольность в %
Щербиновского	1,27	1,16	4,34	13,70	0,06
То же	1,37	1,17	3,74	12,26	0,04
Новокадиевского	1,32	1,18	5,93	15,97	0,05
Горловского	2,15	1,25	12,94	—	0,07

Примечание. Вязкость определяется вискозиметром Энглера с отверстием в 5 *мм.*

Из этой таблицы видно, что каменноугольные смолы Щербиновского и Новокадиевского заводов по своим свойствам близки друг к другу. Смола Горловского завода имеет резкое отличие от смолы щербиновской и новокадиевской.

В настоящее время завод «Электроугли» в качестве связующего применяет каменноугольную смолу только Щербиновского завода. Все рецептуры электроугольных изделий и расчеты на усадку их после обжига сделаны исключительно в отношении щербиновской каменноугольной смолы. По данным, имеющимся на заводе, в 1930 и 1931 гг. на завод «Электроугли» вместо щербиновской каменноугольной смолы без предупреждения начала поступать горловская смола. Такая замена сразу же сказалась на увеличении брака в огромных размерах

В настоящее время на каменноугольную смолу имеется общесоюзный стандарт ОСТ 3737, и завод получает эту смолу по следующим техническим условиям:

1. Удельный вес при 20° . . . . 1,13—1,22
2. Содержание золы не более 5%
3. Содержание влаги не более 0,5%
4. Содержание свободного углерода не более . . 12%

Испытание каменноугольной смолы производится на определение: удельного веса, содержания воды, золы и свободного углерода.

7. КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕК

Каменноугольный пек в производстве электроуглей и электрощеток, так же как и каменноугольная смола, применяется в качестве связующего.

Каменноугольный пек представляет собой темную твердую или полутвердую массу и получается из каменноугольной смолы после ее перегонки.

Каменноугольный пек вырабатывается двух видов — средний и мягкий. В электроугольной промышленности применяется в качестве связующего средний пек, технические условия на который по всесоюзному стандарту ОСТ 5690 следующие:

1. Температура размягчения . . . . 65—75°
2. Содержание летучих веществ . . . . 55—75%
3. Содержание золы не более 1%
4. Содержание свободного углерода не свыше . 32%

Испытание каменноугольного пека производится на определение: температуры размягчения, содержания летучих веществ, золы и свободного углерода.

8. МЕДНЫЙ ПОРОШОК

Медный порошок является основным сырьем для производства бронзо-графитных самосмазывающихся подшипников, применяемых в автотракторной промышленности. Кроме того, этот порошок применяется для производства цветных щеток и щеток марки М-1 и М-4.

Медный порошок импортируется из-за границы, так как в Советском союзе производство этого порошка пока еще не освоено.

В настоящее время работа по освоению производства медного порошка, нужного электроугольной промышленности, пошла довольно быстрыми темпами, и в недалеком будущем завод «Электроугли» перейдет на союзный медный порошок.

Медный порошок получается из-за границы по следующим техническим условиям:

1. Содержание меди в порошке должно быть не менее 98,5%
2. Олово, мышьяк, свинец и железо допустимы только в виде следов
3. Содержание висмута недопустимо даже в виде следов
4. Содержание влаги и посторонних не растворимых в кислоте примесей в виде песка, грязи и т. п. абсолютно недопустимо
5. Тонкость помола медного порошка — порошок должен проходить без остатка через сито 250 меш
6. Порошок должен прессоваться без предварительной термической обработки
7. Порошок должен быть блестящим или яркорозового цвета красной меди
8. Объемный вес порошка должен находиться в пределах от 1,5 до 1,7
9. При хранении порошка не в герметически закрытой таре при комнатной температуре он не должен окисляться в течение двух недель

Испытание медного порошка производится на определение содержания: меди, олова, мышьяка, сурьмы, свинца, железа, висмута, влаги и посторонних не растворимых и растворимых в кислоте и в воде примесей. Кроме того, определяется объемный вес медного порошка.

При испытании медного порошка необходимо обращать особенное внимание на прессующуюся способность его, так как это свойство порошка имеет решающее значение при производстве изделий. Испытание прессующейся способности медного порошка производится следующим образом:

а) Спрессованный на гидравлическом прессе блок толщиной в 15 *мм* при давлении на него, равном 24 *кг/мм*², не должен обнаруживать как наружных, так и внутренних трещин и расслоин.

б) Спрессованные из медного порошка образцы толщиной в 4 *мм* при указанном в пункте «а» давлении должны иметь сопротивление раздавливанию не менее 18 *кг/мм*².

Площадь поперечного сечения опытных образцов не должна превышать 50 *мм*².

9. МЕДНЫЙ КУПОРОС

Медный купорос представляет собой сернокислую медь, кристаллизирующуюся водой.

Медный купорос в электроугольной промышленности является одним из основных видов сырья в производстве медно-графитовых электрощеток. Принцип применения: кислый раствор медного купороса подвергается взаимодействию цинковой пыли в смеси с графитом. В результате получается медно графитная масса, идущая на производство медно-графитных электрощеток. Кроме того, медный купорос употребляется для гальванического омеднения электроуглей и электрощеток.

Согласно стандарту ОСТ 564 технический медный купорос для производства электроугольных изделий поставляется по следующим техническим условиям:

1. Содержание меди (Cu) не менее 24,5% или содержание $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ не менее 96,2%
2. Железа не более 0,4%
3. Мышьяка не более 0,02%
4. Кислотность не более 0,5%
5. Нерастворимого остатка не более 0,2%
6. Гигроскопической влаги 3,8%

Испытание медного купороса производится на определение содержания: нерастворимого остатка свободной серной кислоты, меди, железа и мышьяка.

10. КУПОРОСНОЕ МАСЛО

Купоросное масло, или крепкая серная кислота, получается путем уваривания технической серной кислоты. В электроугольном производстве оно применяется при изготовлении медно-графитной массы и электролита для гальванического омеднения электроуглей и электрощеток.

При производстве медно-графитной массы раствор медного купороса подкисляется серной кислотой с целью получения водорода в момент смешивания этого раствора с цинковой пылью. Выделяющийся водород, являясь весьма энергичным восстановителем, препятствует окислению меди, получаемой из медного купороса. Более подробно об этом будет сказано в разделе о производстве медно-графитных щеток. Купоросное масло принимается заводом по следующим техническим условиям:

1. Удельный вес . . . . 1,828—1,833
2. Содержание моногидрата меди 92,5%
3. Содержание железа не более 0,6%
4. Содержание мышьяка не более 0,02%
5. Содержание твердого остатка 0,2%

11. ЦИНКОВАЯ ПЫЛЬ

Цинковая пыль представляет собой тонкий серый порошок и является продуктом дестилляции цинка без доступа воздуха.

Качество цинковой пыли имеет большое значение при производстве медно-графитной массы. Скорость реакции образования этой массы кроме температуры зависит еще и от степени измельчения цинковой пыли, а поэтому крупизна ее должна быть точно оговорена в технических условиях.

Крупные цинковые частицы, обволакиваясь выделяющейся из медного купороса медью, не вступают в реакцию с последним и таким путем попадают в медно-графитную массу. При обжиге медно-графитных плит, спрессованных из медно-графитной массы, оставшийся в последней цинк окисляется. Окись цинка в готовых электрощетках бывает видна в виде белых включений; такие электрощетки бракуются, так как окись цинка действует вредно на коллектор электрической машины.

Цинковая пыль принимается по следующим техническим условиям:

1. Цинковая пыль должна проходить через сито 140 меш с остатком не выше 0,5%.
2. Активного, т. е. металлического, цинка должно быть не менее 90%
3. Железа не более 0,3%
4. Нерастворимого остатка в азотной кислоте не более 0,3% (олово, сурьма)

Цинковая пыль должна быть абсолютно свободна от минеральных примесей. В нерастворимом остатке не допускается присутствия песка. Браковочный предел на песок устанавливается в 0,05%.

Цинковая пыль испытывается на активность посредством разложения железо-аммиачных квасцов, а на механические примеси и песок — путем растворения навески цинковой пыли в азотной и соляной кислотах и прокаливанием остатка.

12. ОЛОВЯННАЯ ПЫЛЬ

Оловянная пыль применяется в качестве основного материала при производстве самосмазывающихся подшипников и цветных электрощеток.

К оловянному порошку предъявляются следующие технические условия:

1. Оловянная пыль должна проходить без остатка через сито 200 меш.
2. Полное отсутствие механических примесей — грязи, песка
3. Содержание олова должно быть не менее 99,5%
4. Взятая проба под микроскопом должна иметь однородную и равномерную по величине зерен микроструктуру.

При приемке оловянной пыли она испытывается на содержание процента олова, механических примесей и тонкость помола.

13. ФТОРИСТЫЙ ЦЕРИЙ

Фтористый церий является очень важным сырьем при производстве прожекторных и осветительных электроуглей, так как он обладает свойством давать интенсивное излучение при накаливании.

Фтористый церий пока что импортируется. Производство этого сырья в Советском союзе в опытном порядке уже освоено, и в ближайшем времени можно будет перейти на союзный фтористый церий, так как опытные партии электроуглей с союзным фтористым церием показали хорошие качества. Ниже приводятся технические условия на фтористый церий союзного производства:

1. Техническ чистый прокаленный порошок фтористого церия должен проходить через сито 175 м ш
2. Содержание растворимых в воде солей не должно превышать 0,5%

3. Соли серной, фосфорной и соляной кислот допускаются в виде следов, а кремневой кислоты по 1%. Содержания песка не допускается

4. Присутствие щелочных солей совершенно недопустимо

5. Фтористый церий не должен содержать соединений, разлагающих или вступающих в реакцию с калийным жидким стеклом с выделением свободной кремнекислоты или не растворимых в воде силикатов. Прокаленный до 800° фтористый церий не должен спекаться. Замешанный на калийном жидком стекле фтористый церий должен образовать ровное пластичное тесто, которое не должно свертываться и высыхать на воздухе при комнатной температуре в течение 2 час.

6. Содержание извести не должно превышать 1%

7. Церия в перерасчете на окись должно быть не менее 43 — 45%

8. Сумма редких земель также в пересчете на окись должна быть не менее 80%

9. Насыпной вес 1,8 — 2,1

10. Истинный удельный вес 5,8 — 6,0

11. Потери при прокаливании не выше 12%

Фтористый церий испытывается на определение процентного содержания: суммы окиси редких земель, кальция, церия, растворимых в воде солей. Кроме того, определяется удельный вес и объемный вес фтористого церия.

14. БОРНАЯ КИСЛОТА

Борная кислота имеет вид твердых, блестящих, белых и жирных наощупь чешуек.

Она служит присадкой при изготовлении осветительных углей, так как препятствует шлакообразованию во время эксплоатации электроуглей и, образуя во время обжига этих изделий бораты железа, алюминия и кремния, закрепляет последние более равномерно во всей массе изделий.

15. ЖИДКОЕ КАЛИЕВОЕ СТЕКЛО

Жидкое калиевое стекло есть калийный силикат, получаемый сплавлением кварца (песка) с углекислыми щелочами; раствор калиевого стекла в воде собственно и называется жидким стеклом.

Жидкое калиевое стекло применяется в электроугольной промышленности исключительно для фитиления осветительных электроуглей.

Одно из главных условий, предъявляемых к жидкому калиевому стеклу, — это, чтобы в нем не было натриевых солей, так как последние окрашивают пламя вольтовой дуги.

Жидкое калиевое стекло должно храниться в хорошо закрытой таре, так как углекислота воздуха разлагает жидкое стекло с выделением свободной кремнекислоты, в результате чего жидкое стекло твердеет и становится не годным для использования в производстве осветительных электроуглей.

Технические условия на жидкое калиевое стекло:

1. Свободной щелочи не более 0,5 — 1%
2. Железа в виде окиси не более 0,5%
3. Полное отсутствие свободной кремневой кислоты
4. Плотность по Боме 32°
5. Натрия допускаются только следы
6. Отношение количества связанной щелочи и кремнекислоты ($K_2O : SiO_2$) должно быть не ниже 1 : 1,5

Жидкое калиевое стекло испытывается на содержание: свободной щелочи, кремнекислоты, общей щелочности (свободной и связанной).

16. ПАРАФИН

Парафин представляет собой смесь углеводородов и добывается из нефти. По внешнему виду парафин — белая, твердая, прозрачная масса без запаха и вкуса, жирная наощупь.

В электроугольной промышленности парафин применяется для пропитки элементных электроуглей.

От парафина требуется чистота и нейтральность. Точка плавления 50°.

17. БЕНЗОЛ

Бензол является органическим соединением — углеводородом Представляет собой бесцветную с ароматическим запахом жидкость. Бензол получается перегонкой из каменноугольной смолы.

В электроугольной промышленности бензол, так называемый сырой бензол, применяется в качестве растворителя смолы и пека.

Технические условия, предъявляемые к сырому бензолу, следующие:

1. Полное отсутствие воды, а также нафталина
2. При возгонке до 150° в дестиллятор должно перейти не менее 85% жидкости о объему. Остаток — темная, густая, смолообразная жидкость, не твердеющая при омнатной температуре
3. Полное отсутствие грязи и прочих механических примесей
4. Удельный вес около 0,90 при 15°

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОУГОЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1. ЭЛЕКТРОУГОЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Электроугольная промышленность производит разнообразный ассортимент изделий, являющихся деталями машин и аппаратов большого количества отраслей промышленности и известных под общим названием электротехнических углей. Электрические машины, автомобили и тракторы, телефон и радио, паровые турбины, гальванические элементы, прожекторы, авиация, кино и целый ряд различных отраслей промышленности являются потребителями электроугольных изделий.

Изделия электроугольной промышленности можно разделить на четыре основные группы:

Первая группа — электроугли для: а) осветительных целей — прожекторные, киносъемочные, кинопроекционные, светокопировальные и пр.; б) угли для термических целей — сварочные и угли печей сопротивления; в) элементные угли для разнообразнейших гальванических элементов.

Вторая группа — щетки для электрических машин: генераторов и моторов. Электрощетки, являясь деталью электрических машин и осуществляя собой подвижный контакт, отводят электрический ток с вращающихся частей динамомашин во внешнюю цепь, или, наоборот, электрический ток линии через неподвижные электрощетки поступает на вращающиеся части электромашин.

Третья группа — электроугольные изделия для слаботочной аппаратуры, как-то: угольные мембраны, микрофонный порошок, аноды для радиоламп, контакты для автоблокировки и пр.

Четвертая группа — самосмазывающиеся подшипники из пористого металла для стартеров, генераторов и магнето тракторов и автомобилей.

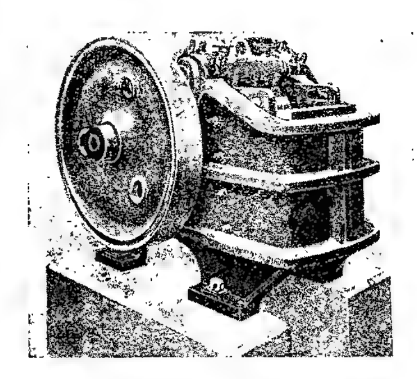
2. ПОДГОТОВКА СУХИХ МАТЕРИАЛОВ

Углеродистые материалы перед употреблением в производстве подвергаются предварительной обработке. Эта предварительная обработка, или, как ее называют, подготовка сырья, имеет очень важное значение для получения электротехнических углей хорошего качества.

Поэтому на операциях предварительной обработки углеродистого сырья необходимо остановиться подробно.

а) **Дробление.** Первой операцией подготовки сырья является дробление. Эту операцию проходит то углеродистое сырье, которое прибывает на завод большими глыбами, как, например, нефтяной кокс, антрацит, пековый кокс и пр.

В результате дробления большие куски сырья измельчаются до размеров куриного яйца, что дает возможность загружать это сырье в узкие, но высокие шамотные тигли, в которых сырье подвергается второй операции подготовки сырья — кальцинации. Дробление углеродистого сырья производится при помощи машин, носящих название дробилок. На электроугольных заводах применяются щековые дро-



Фиг. 1. Щековая дробилка.

билки Блека (фиг. 1); в них куски углеродистого сырья подвергаются сжатию между двумя щеками. Одна щека — неподвижная — соединена со станиной машины, другая же имеет колебательное движение около точки, где она соединена шарнирно со станиной. Сырье загружается в верхнюю часть пространства, образованного щеками и корпусом. Величина кусков углеродистого материала зависит от ширины щели, которая образуется между щеками дробилки.

б) **Кальцинация.** Цель кальцинации или прокалки углеродистого сырья: 1) удалить влагу; 2) удалить летучие; 3) избежать при обжиге готовых изделий нежелательных деформаций, сопровождающихся появлением в изделиях трещин, вздутий и разрывов; 4) сделать сырье легче поддающимся размолу.

Если в производство пустить некальцинированный углеродистый материал, то сохранившаяся в этом сырье влага обволакивает зерна углеродистого материала, например, нефтяного кокса и, таким образом,

затрудняет перемешивание его со связующими, что отражается на уменьшении механической прочности электротехнических углей, так как в присутствии влаги кокс, образующийся из смолы во время обжига, не создает сплошной коксовой решетки.

Использование в производстве некальциниированного сырья вредно еще и тем, что часть летучих веществ выделяется при температуре от 300 и до 1 000°, а иногда и выше, что вызывает деформацию уже затвердевших изделий, и таким образом изделия рвутся, в них появляются трещины. Трещины образуются еще и потому, что применяемый в производстве электротехнических углей нефтяной кокс на нефтегазовых заводах получается при температуре 700°, а обжиг готовых изделий происходит при 1 480°. Если пустить в производство некальцинированный нефтяной кокс, он подвергается сильному сжатию, от большой усадки изделия деформируются. Поэтому целесообразно нефтяной кокс предварительно перед пуском в производство кальцинировать при температуре 1 480°. Кальцинация производится в печах Мендгейма в шамотных тиглях. Кальцинированный нефтяной кокс подвергается обжигу в готовых изделиях вторично при той же температуре, т. е. при 1 480°, при этом большим деформациям он не подвергается, и готовые изделия не разрушаются.

Кроме сказанного о невозможности применения в производстве сырого углеродистого сырья необходимо еще отметить, что некальциниированное сырье размалывается довольно трудно; так, например, при работе с сырым нефтяным коксом шаровые мельницы снижают свою производительность процентов на 30.

Кроме нефтяного кокса кальцинации подвергаются и другие углеродистые материалы. При кальцинации углеродистых материалов зольность несколько увеличивается за счет удаления летучих, так как с удалением летучих увеличивается относительный вес золы.

Третье основное углеродистое сырье, применяемое в электроугольном производстве, — сажа в настоящее время не кальциниируется, но раньше сажа подвергалась кальцинации, причем под кальцинацией сажи понимался обжиг смеси ее со смолой.

Сажа перед пуском в производство уплотняется на бегунах, что дает больший насыпной вес последней. Неуплотненная сажа, как более легкая из всех составных частей, при смешении всегда находится наверху и плохо перемешивается с другими компонентами. Сажа уплотняется при температуре 80—90°.

Раньше при уплотнении сажи применялся бензол, который в конце операции уплотнения сажи удалялся из последней.

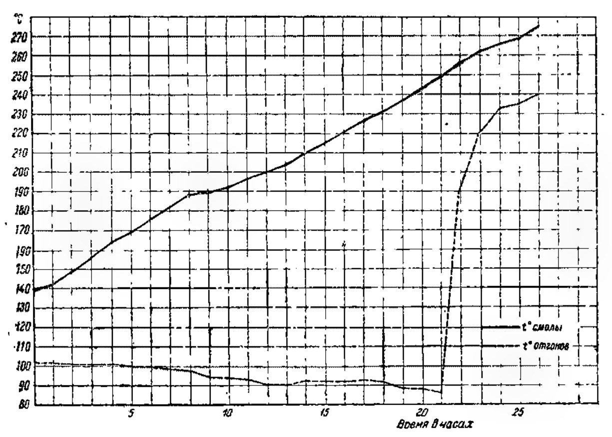
Опыт показал, что бензол при уплотнении не дает никакого эффекта, и в последнее время от применения бензола при уплотнении сажи отказались. После обработки на бегунах в течение 1 часа сажа увеличивает свой насыпной вес в 3—4 раза и считается готовой к производству.

3. ПОДГОТОВКА СВЯЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Электроугольная промышленность долго не могла подобрать хорошего связующего вещества для производства электротехнических углей. Раньше в качестве связующих материалов применялись патока,

сахарный сироп и пр. В середине XIX столетия в качестве связующего стали применять каменноугольную смолу. Прежде чем пустить каменноугольную смолу в производство, из нее путем препарации в особой герметически закрытой реторте, подогреваемой голым огнем, удаляется влага и часть летучих веществ. Реторта соединена с холодильником, куда собираются все отгоны при препарировании смолы.

Первым из каменноугольной смолы выделяются вода, потом легкие погоны — бензол и его производные — и, наконец, нафталин и его производные. При препарировании смолы отгоны имеют температуру 217—220°, а температура готовой препарированной смолы равняется



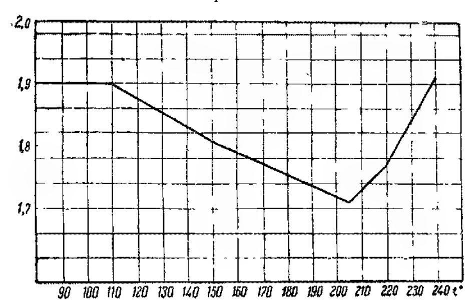
Фиг. 2. Кривые режима препарации.

260—270°. Удалением легких и частично средних масел создается необходимая вязкость препарированной смолы — в 2—2,5° по Энглеру при 80°.

Требования, предъявляемые к связующим веществам в электроугольном производстве, следующие: 1) они должны обладать цементирующей способностью в сыром (зеленом) угле — при небольшом изгибе сырого угля последний не должен давать трещин; 2) максимальный выход из связующих (в данном случае каменноугольной смолы) спекающегося кокса. Так, препарированная щербиновская смола, применяемая заводом «Электроугли» в настоящее время, при тигельной пробе дает выход кокса около 15%, а остальные 85% удаляются в виде летучих. Выход кокса из смолы при обжиге изделий в печах Мендгейма увеличивается до 23%. Увеличенный выход кокса увеличивает цементацию электроуглей.

Проведенные опыты препарации щербиновской смолы дают следующую картину процессов, происходящих при препарации смолы. При температуре смолы в 100° начинает отходить вода, причем этот отход продолжается до повышения температуры смолы до 202°, при этом температура отгона не только не повышается, но даже понижается до 90° (фиг. 2).

При 202° отход воды прекращается, и начинают отходить легкие и средние погоны. При повышении температуры смолы до 250—255° температура отгонов повышается с 90 до 190°, т. е. на 5° повышения температуры смолы температура отгонов повышается на 100°, т. е. в 20 раз больше, что объясняется тем, что температура отгонов, следующих за водой, лежит в пределах от 90 до 190°. А так как в топке реторты температура довольно высокая, то температура указанных отгонов повышается очень быстро.



Фиг. 3. Кривая изменения вязкости при препарации.

Дальше соответственно повышению температуры смолы с 255 до 275° температура отгонов повышается с 190 до 240°.

В этот момент отходят сначала только средние и частично тяжелые погоны, а затем при этой температуре начинают снова появляться образования легких погонов. Наступает «провал». Препарация смолы после первого провала считается законченной, что соответствует температуре смолы приблизительно 275°.

В связи с появлением провалов в процессе препарации смолы, т. е. появлением при более высокой температуре смолы легких масел, не соответствующих этим смолам, стоит и вязкость препарированной смолы. Кривая фиг. 3 свидетельствует также о провалах в вязкости смолы в процессе ее препарации. Так, вязкость смолы сохраняется одной и той же в интервале от 90 до 110°, в интервале от 110 до 205° вязкость смолы падает с 1,9 до 1,7, а с 210 до 240° вязкость смолы опять повышается с 1,7 до 1,9 по Энглеру.

Второй вид связующих, применяемых в настоящее время в производстве электроуглей, — это каменноугольный пек — остаток смолы

после препарации ее при температуре 300—360°. Это так называемый средний пек. Пек повышает цементирующую способность смолы при добавлении к последней. Смесь пека со смолой в качестве связующих придает электроугольным изделиям бо́льшую механическую прочность, чем связующие в виде одной лишь смолы. Для производства электроуглей нельзя применять в качестве связующего один пек, так как масса получается очень вязкой, и горизонтальные прессы при максимальном давлении в 400 *ат* не прессуют изделий, сделанных на связующем из одного пека. Кроме того, куличи, сделанные из массы, связующим материалом которой является только чистый пек, после некоторого лежания расслаиваются.

Пек благодаря присущей ему текучести в твердом состоянии обволакивает посторонние части, с которыми он соприкасается. Поэтому пек легко подвержен засорению, и, чтобы в производстве иметь чистый, не загрязненный пек, необходимо его перед употреблением переплавить. При переплавке посторонние примеси оседают на дно, в результате чего пек освобождается от этих примесей.

Качество связующего определяется содержанием в нем коксующегося углерода. Чем больше последнего, тем лучше связующее. Лучшим связующим является мягкий каменноугольный пек, в котором содержание коксующегося углерода доходит до 25%, но употреблять в качестве связующего чистый мягкий пек в производстве электроуглей можно только, как было указано выше, при условии, если горизонтальные прессы могут дать давление выше 400 *ат*. В противном случае угли не спрессуются. При производстве некоторых марок щеток и слаботочных изделий, прессуемых на вертикальных прессах в закрытую матрицу, в качестве связующего применяется чистый пек.

Из каменноугольных смол больше всего выхода коксующегося углерода дает щербиновская смола, которая на заводе «Электроугли» и употребляется в качестве связующего. При производстве электроуглей хорошим связующим является смесь из каменноугольной щербиновской смолы и каменноугольного пека, взятых в определенных пропорциях.

Подобная смесь, называемая смолопеком, нашла большое применение в качестве связующего, так как она обладает положительными свойствами щербиновской смолы при отсутствии отрицательных свойств каменноугольного пека.

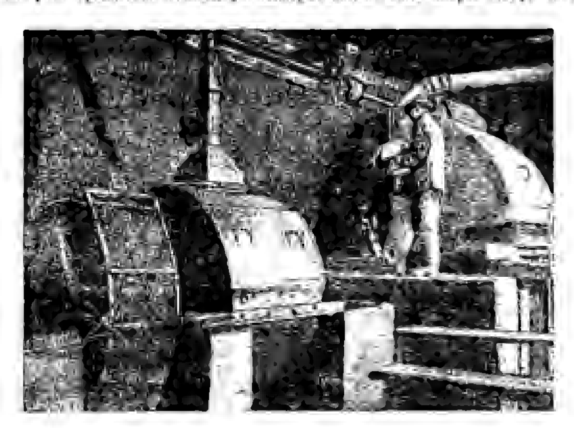
4. РАЗМОЛ

Размол углеродистого сырья, применяемого в электроугольном деле, производится на мельницах. Эти мельницы бывают шаровые, трубчатые, с жерновами и др.

Принцип действия шаровых мельниц (фиг. 4 и 5) основан на том, что при вращении барабана мельницы находящиеся внутри него шары также вращаются и дробят материал, находящийся в барабане вместе с шарами. Размолотый материал выходит из мельницы через сита. Нередко применяются шаровые мельницы с автоматической загрузкой. Автоматическая загрузка увеличивает производительность шаровых мельниц, не ухудшая качества размола.

Шары в мельницах для углеродистого сырья применяются из мягкого железа, так как эти шары поддаются скорее износу и мало разрушают броню мельницы. Это весьма важно, так как легче заменить изношенные шары, чем броню мельницы, сделанную из марганцовистой стали. Попавшее в сырье железо от износа шаров удаляется при помощи магнитных сепараторов. При пропускании размолотого сырья через магнитный сепаратор в сырье остается железа не более 0,1%, что практически не влияет на качество изделий.

Существенное значение имеет быстрота вращения. При очень быстром вращении благодаря центробежной силе шары могут быть



Фиг. 4. Шаровые мельницы для размола углеродистого сырья.

прижаты крепко к броне, тогда они делаются неподвижными относительно брони, и размол прекращается. Число оборотов мельницы, при котором получается максимальная производительность последней, определяется следующей эмпирической формулой:

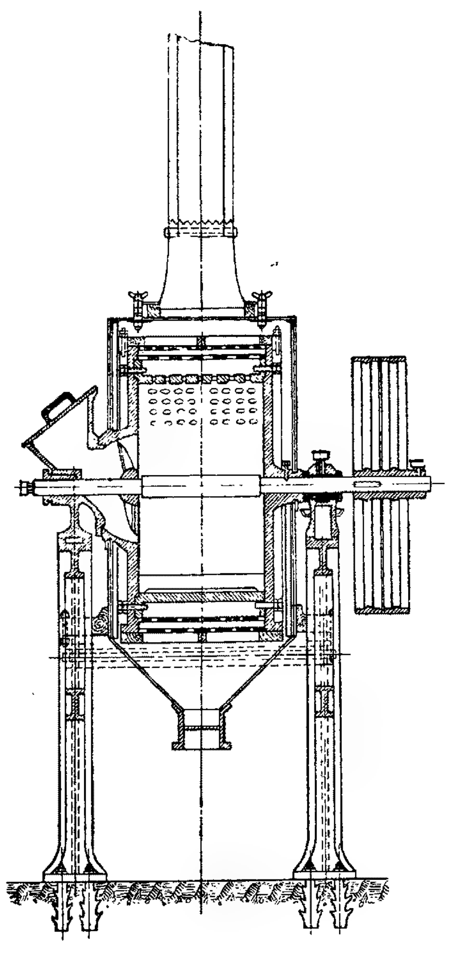
$$n = \frac{32}{D},$$

где n — число оборотов мельницы в минуту;

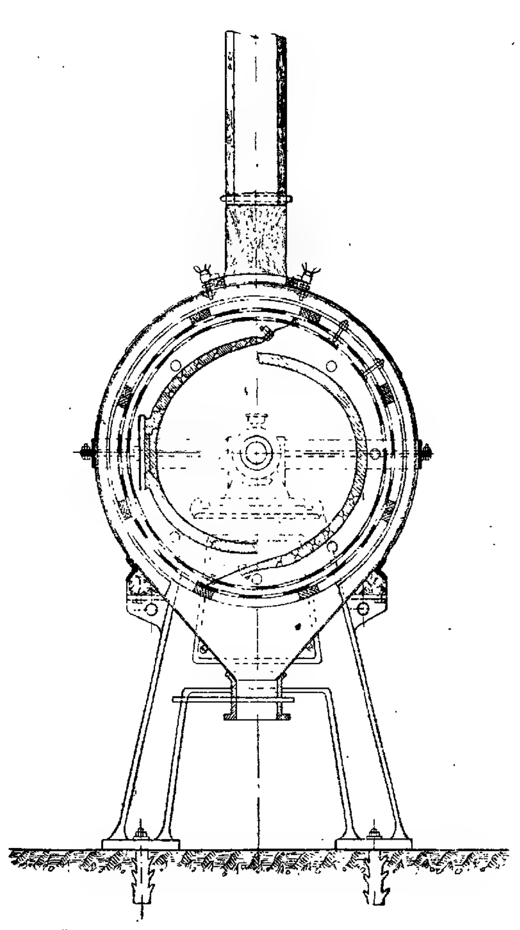
D — внутренний диаметр шаровой мельницы в метрах.

5. ПРОСЕВ

Для получения различного по степени измельчения (крупности) помола углеродистого материала в шаровых мельницах применяются сита. Это же достигается и просевом через сеялки Лоса (фиг. 6 и 7), применяемые в электроугольном производстве.



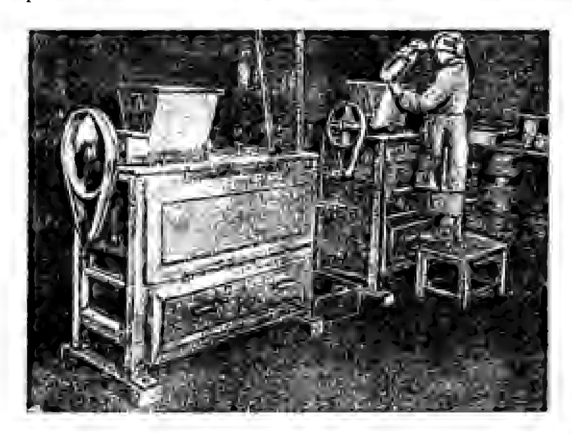
Фиг. 5. Устройство



шаровой мельницы.

Как правило, сырье после размола просеивается на сеялках Ясса, и между числом меш (т. е. отверстий на линейный дюйм) сит мельницы и сит сеялки опытным путем установлены следующие соотношения: 200/175; 143/80; 143/50.

Следует отметить, что импортные сита 175 меш и сита союзного производства 143 меш, хотя и имеют различное количество отверстий на линейный дюйм, тем не менее, дают один и тот же помол. Это объясняется тем, что союзные сита 143 меш делаются из более толстой проволоки, чем импортные сита 175 меш, а это сказывается на величине отверстий сит.



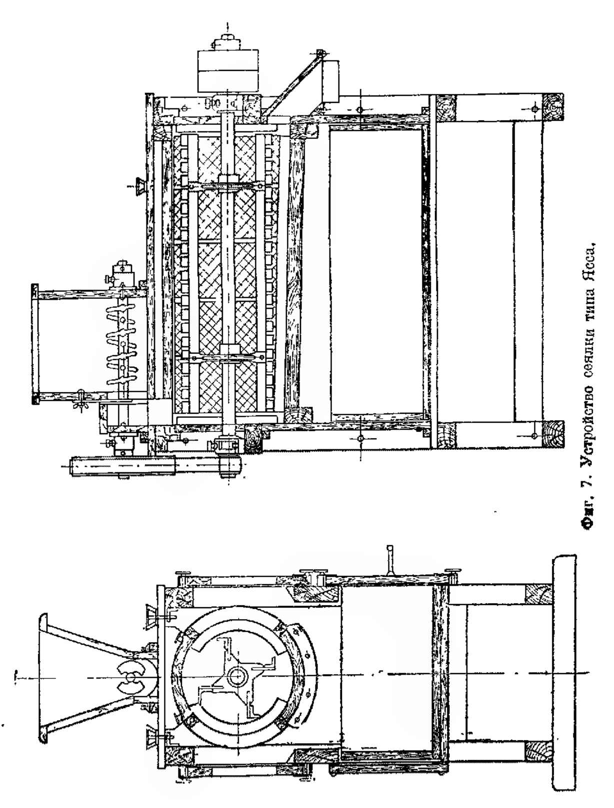
Фиг. 6. Сеялка типа Ясса.

При производстве электроугольных изделий большое значение имеет гранулометрический состав размолотого сырья, т. е. соотношения содержаний помолов различных фракций. Лучшим качеством отличаются те электроугольные изделия, которые изготовлены из смеси разных помолов, так как это дает изделие, по структуре более плотное и лучшее в отношении электрических и механических свойств изделий. Соотношения в смеси разных помолов устанавливаются опытным путем.

6. СМЕШЕНИЕ

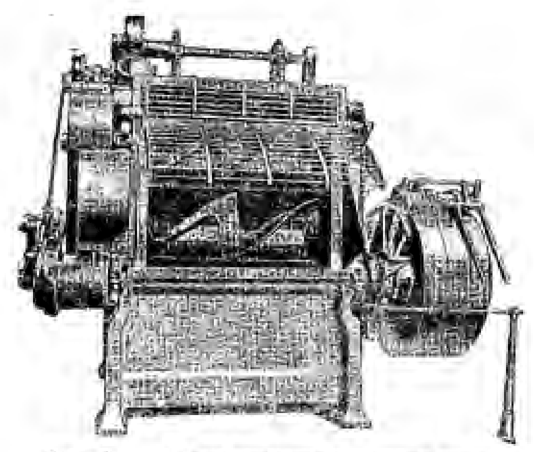
Электроугли изготовляются из шихты, состоящей из размолотых компонентов. Целью операции смешения является: во-первых, получить однородную по своей структуре угольную массу и, во-вторых, заставить каждую крупинку сухих порошков обволакиваться связующими и тем самым обеспечить хорошую механическую прочность

электроуглей. Смешение ведется в мешалке, изображенной на фиг. 8 и 9.

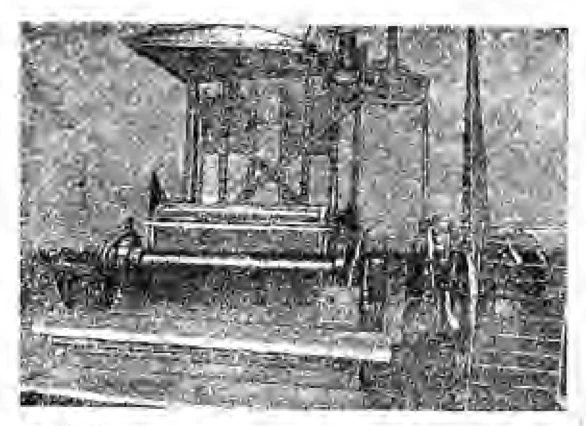


Фиг. 7. Устройство сеялки типа Ясса.

Сначала в течение 30 мин. перемешиваются сухие порошки для получения гомогенной (однородной) смеси. В то же самое время шихта нагревается до температуры 80—90° C, поскольку мешалки снабжены паровыми рубашками.



Фиг. 8. Мешалка. Видна зетообразная вращающаяся лопасть.



Фиг. 9. Мешалка Вернер-Пфлейдерер. Внешний вид, крышка закрыта.

Подогрев сухих порошков является обязательным. В противном случае горячая смола, введенная в холодные порошки, во время смешения образует комочки с сердцевиной из сухих порошков, а это сильно снижает качество изделий.

Связующие необходимо вливать в мешалку по всей поверхности порошков, что способствует лучшему смешению. Вливание связующего в одно место недопустимо, так как при этом смола с порошками равномерно не перемешивается, что ведет к образованию слоистости при обжиге изделий.

При применении в качестве связующего смеси пека вместе со смолой связующее вливается не сразу, а в два приема. Сначала в мешалку вливается половина связующего и перемешивание продолжается 5—10 мин., и уже после этого в мешалку вливается вторая часть связующего. Такой способ перемешивания связан с большей вязкостью смолопека, чем чистой смолы. Перемешивание происходит в закрытой мешалке, чем достигается перемешивание смеси в своих испарениях, и этим создается большая пластичность электроугольной массы.

Для того чтобы получить однородную массу, операция смешения должна продолжаться не менее 1 часа.

Смешение производится в мешалках фирмы Вернер-Пфлейдерер при помощи двух Z-образных лопастей со скоростью вращения одной лопасти 8 и другой 16 об/мин. Недостатком мешалок фирмы Вернер-Пфлейдерер является то, что в них масса плохо перемешивается в углах мешалки.

7. УПЛОТНЕНИЕ

После обработки угольной массы в мешалках она поступает для дальнейшей обработки на бегуны (фиг. 10 и 11). В результате обработки угольной массы на бегунах она уплотняется, почему, во-первых, удаляется воздух из массы, во-вторых, повышается удельный вес массы и, в-третьих, угольная масса делается более пластичной.

Время обработки массы на бегунах продолжается от одного до полутора часов, после чего она готова для дальнейшей обработки. Готовность массы определяется наощупь, так как до сего времени еще окончательно не разработаны у нас объективные способы определения готовности угольной массы в процессе уплотнения. Это же надо сказать и в отношении определения готовности массы в процессе смешения. Предложенный для этой цели метод пенетрации не нашел еще производственного применения.

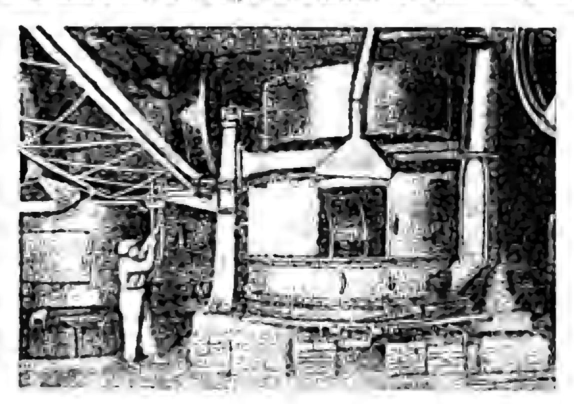
Принцип действия бегунов состоит в следующем:

Два тяжелых цилиндра соединены между собой горизонтальной осью. В свою очередь эта ось вертикальным штоком соединена с шестерней, благодаря чему цилиндры имеют двоякое движение—вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Цилиндры своими боковыми поверхностями ходят по плоской неподвижной тарелке, на которую засыпается угольная масса.

Бегуны при своем двояком вращении двояко действуют на массу. С одной стороны, цилиндры благодаря вращению вокруг горизонтальной оси раздробляют массу, по которой катятся эти цилиндры. С другой стороны, эти же цилиндры, имея одновременно с вращением вокруг

вертикальной оси вращения и вокруг горизонтальной оси, скользят по тарелке и растирают угольную массу. Таким образом масса в бегунах одновременно подвергается и дроблению и растиранию, в результате чего она уплотняется и получает необходимые свойства для производства из нее углей хорошего качества. Сзади каждого бегуна движется нож, который разрыхляет уплотненную массу и снова подбрасывает материал под бегуны, благодаря чему угольная масса равномерно уплотняется во всех частях.

В результате уплотнения угольной массы, как уже выше было сказано, с одной стороны, удаляется воздух, а с другой — масса делается пластичной. Как воздух, так и пластичность оказывают сильное



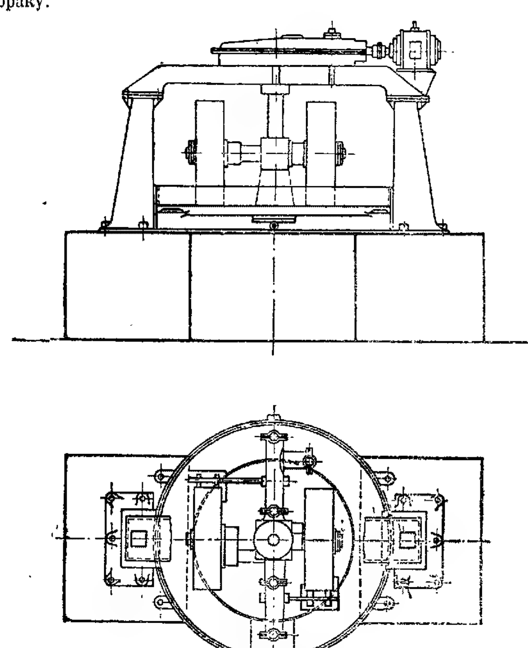
Фиг. 10. Бегуны.

влияние на качество изделий. Если воздух остается в угольной массе в большом количестве и такая масса будет использована для прессовки из нее углей, то последние из пресса будут выходить с трещинами, т. е. браком. Причиной этого брака по трещинам в данном случае будет являться воздух, оставшийся в угольной массе. При прессовке благодаря большому давлению вместе с массой сожмется и воздух, по выходе угля из пресса воздух, наоборот, будет стремиться расшириться и таким путем разорвет спрессованные угли, образуя в них трещины, а это приведет к браковке таких углей.

Для уплотнения угольной массы в электроугольном деле, как, например, в производстве электрощеток, помимо бегунов применяются также вальцы с паровым обогревом.

Пластичность угольной массы является необходимым условием для получения углей хорошего качества. В непластичной массе нет

необходимого внутреннего сцепления частиц, что может повести к браку.



Фиг. 11. Устройство бегунов.

8. ШТАМПОВКА

Цель и назначение штамповки массы (фиг. 12), после того как она обработана на бегунах, заключается в следующем: 1) придать массе форму кулича и размеры, необходимые для зарядки цилиндра пресса, предназначенного для прессовки электроугольных изделий; 2) удалить из электроугольной массы избыток воздуха, оставшегося в массе после обработки ее на бегунах.

Причины, почему необходимо удалять воздух, указаны выше.

Плохая штамповка отражается на увеличении брака зеленых, т. е. необожженных, изделий. Электроизделия при плохой штамповке

выходят из пресса слоистыми, поверхность их пузырится, а это является уже браком, и спрессованные изделия возвращаются обратно в переработку.

Для штамповки угольной массы применяются штамповальные молоты — карусельные и фрикционные. Масса, предназначенная для штамповки, вводится в цилиндр штамповального молота небольшими порциями, причем штамповка при вводе каждой порции длится до тех пор, пока не появится при ударах молота звонкий металлический звук.

Касаясь типов штамповальных молотов, необходимо указать, что качество работы карусельного молота гораздо выше, чем фрикционного молота. Двоякое движение (вращательное и вертикальное) молота карусельной штамповки равномерно распределяет массу по поперечному сечению кулича, поэтому равномерно и уплотняет массу во всем куличе, чего не достигается в фрикционных штамповальных молотах. В куличах, полученных при помощи фрикционных молотов, встречается большая слоистость, больше остается воздуха, а это, как указано выше, приводит к большему браку зеленых изделий.

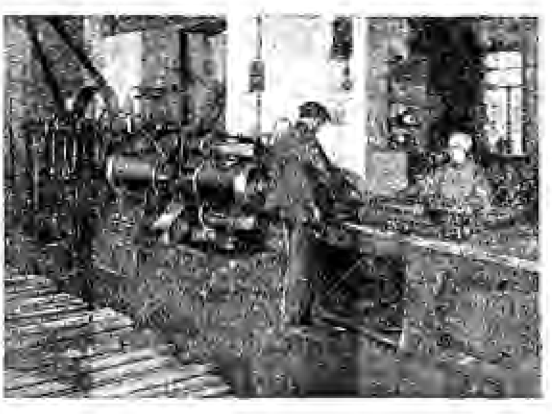
9. ПРЕССОВКА

Прессовка электроуглей и электрощеток происходит на гидравлических горизонтальных прошивных и на вертикальных прессах.

Принцип действия и схематическое устройство горизонтальных прошивных гидравлических прессов следующий: пресс состоит из двух цилиндров — гидравлического и массного. В гидравлическом и массном цилиндрах движутся поршни, соединенные между собой штоком. Движение поршней в цилиндрах осуществляется при помощи давления воды, нагнетаемой в гидравлический цилиндр пресса водяным насосом. Движение поршней вперед и назад регулируется особыми клапанами. В массный цилиндр вкладывается (заряжается) кулич, из которого под давлением поршня выпрессовываются угли через мундштук, придающий изделию требуемую форму и размер. Между массным цилиндром и мундштуком имеется горловина пресса, назначение которой — сглаживать резкий переход от давления в цилиндре к давлению в мундштуке. Питание пресса производится или индивидуальным гидравлическим насосом или аккумулятором с предельной силой давления до 600 *кг* на 1 *см*^{2} торцевой поверхности поршня гидравлического насоса. Так как диаметр поршня, находящегося в гидравлическом цилиндре, больше, чем диаметр поршня в массном цилиндре, то давление в массном цилиндре соответственно увеличивается. В прессах фирмы Пемзель (фиг. 13 и 14) имеем давление в массном цилиндре 700 *ат* при давлении в гидравлическом цилиндре в 350 *ат*. У электродного пресса фирмы Шлеман (фиг. 15 и 16) оба цилиндра имеют примерно одинаковую поверхность, и давления как на поршне гидравлического, так и на поршне массного цилиндра одинаковы. У пресса же фирмы Комаг давление на массном поршне меньше, чем на поршне гидравлическом, так как поверхность поршня в гидравлическом цилиндре меньше поверхности поршня цилиндра массного. На фиг. 17 и 18 показан вертикальный пресс для прессовки электрощеток.

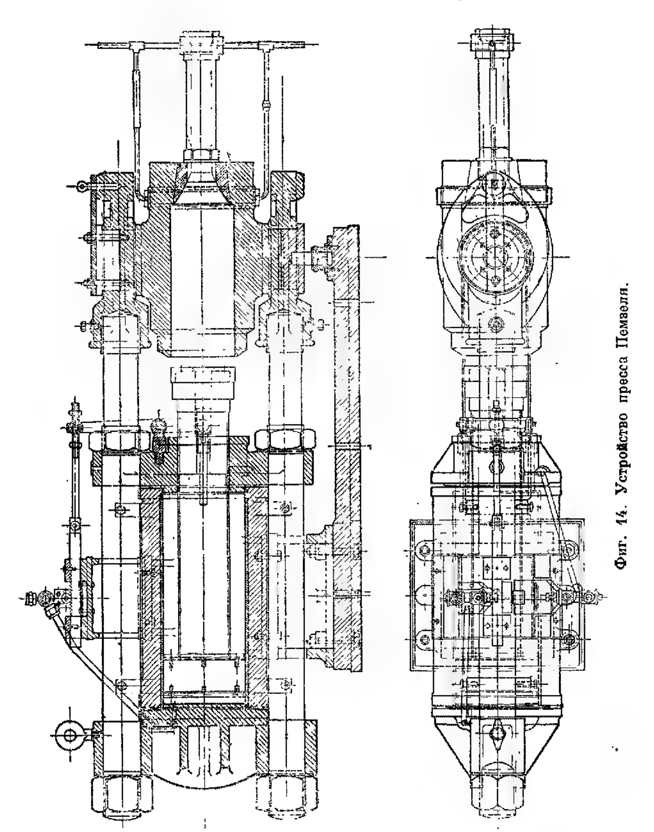


Фиг. 12. Штамповщик.



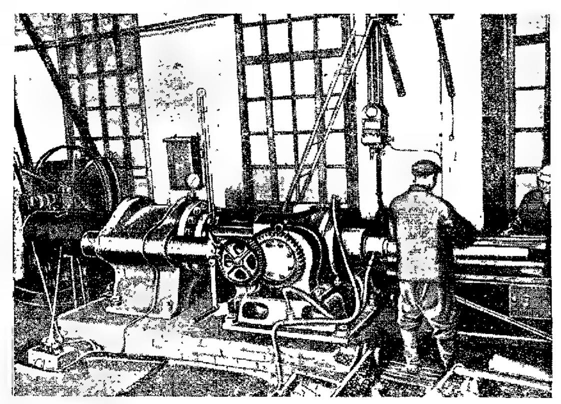
Фиг. 13. Горизонтальный пресс Пемзеля,

Скорость выхода спрессованных электроуглей из пресса при одной и той же скорости подачи воды обратно пропорциональна сечению



Фиг. 14. Устройство пресса Пемзеля.

прессуемого угля. Поэтому-то не удались опыты по прессовке из одного цилиндра сразу через несколько мундштуков. Эти опыты показали, что если мы выигрываем время на количестве выпрессовываемых из-

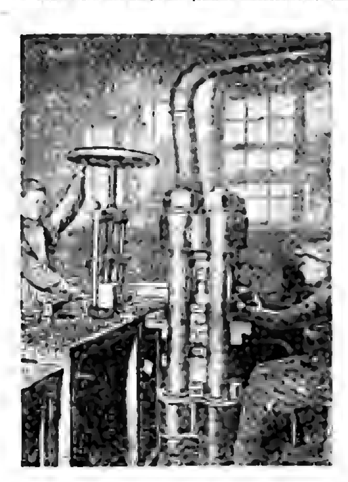


Фиг. 15. Электродный пресс Шпемана.

Фиг. 16. Устройство пресса Шпемана.

делий, то столько же времени теряем на некомплекта выхода изделий. В то же время изделия при нескольких мундштуках идут с разными скоростями, и прессовщик не успевает отрезать угли одинаковой длины.

На качество прессуемых изделий очень большое влияние оказывает температура массы во время прессовки. Практика показала, что кулич, прессуемый при одной температуре, дает одно количество брака зеленых изделий, а при другой температуре количество брака из куличей той же партии резко меняется. Температура кулича определяется для каждого вида изделий отдельно в зависимости от формы, объема этих изделий и рецептуры. Пригодность той или иной температуры в условиях завода «Электроугли» определяется пока наощупь бригадиром или рабочим, равно как наощупь определяется готовность массы, обрабатываемой в мешалках и бегунах.

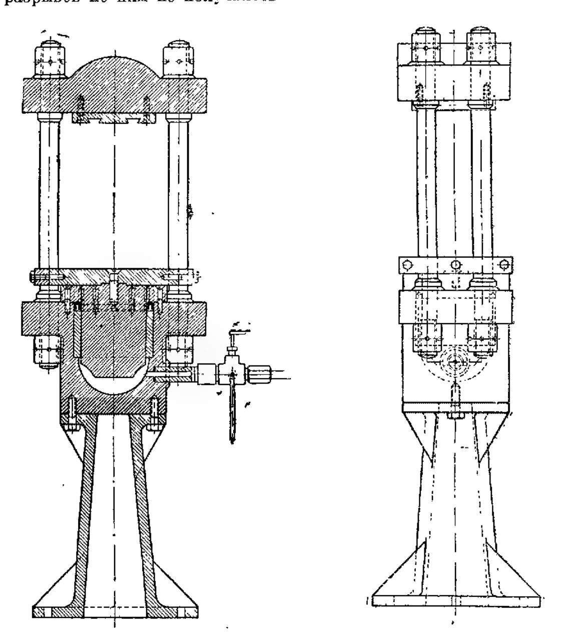


Фиг. 17. Вертикальный пресс.

Давление пресса зависит от состава массы, ее плотности и вязкости. Для каждой марки электроуглей подбирается нужное давление. Все это пока устанавливается опытным путем и всецело зависит от прессовщика, бригадира, а поэтому успех работы часто упирается в того или другого рабочего, постигшего опытным путем соотношения между давлением, массой и формой прессуемых электроуглей. Часто выход из строя опытного рабочего ставит под угрозу срыва программу завода. Качество зеленого материала во многом зависит от правильного подбора внутренней формы мундштука. В практике нередки случаи, когда уголь при прессовке «мажет», т. е. на поверхности спрессованных изделий выделяется смола. Явление «мазания», надо полагать, происходит вследствие влияния чрезмерно крутой параболической части мундштука или плохой шлифовки внутренней поверхности его, что создает вредные сопротивления на пути движения массы и вызывает появление смолы на поверхности. Оказывает на это влияние и температура прессуемой массы.

Для получения электроизделий с каналами различной формы и размеров в мундштуки вкладываются особые приспособления, так называемые иглы с иглодержателем. Благодаря применению иглодержателя трубки прессуются не [illegible]

разрезе из трех и больше частей. Нередко по этим швам электроугли разрываются. После того как масса прошла иглодержатель, необходимо иметь такое давление, при котором швы полностью уничтожались бы и разрывов по ним не получалось бы.



Фиг. 18. Устройство вертикального пресса.

10. ОБЖИГ

Спрессованные электроугли перед отправкой их в обжигательные печи некоторое время вылеживаются на равняльных досках. Цель вылеживания:

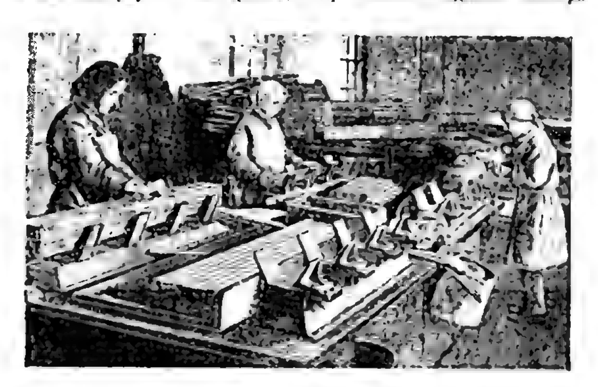
1) выровнить изделия, которые из пресса благодаря большой пластичности прессуемой массы выходят изогнутыми;

2) в период вылеживания электроугли затвердевают и получают необходимую механическую прочность. После вылеживания угли не подвергаются сильной деформации, и их можно поэтому при осторож-

ном обращении, не искривляя, завязывать в пачки и упаковывать в тигли.

В наших условиях вылеживание длится в течение суток. Однако опыт показывает, что срок этот сравнительно мал и должен быть удлинен, так как более длительное время вылеживания увеличивает механическую прочность сырых изделий, что благоприятно влияет на уменьшение брака электроуглей по кривизне.

После вылеживания электроугли, связанные в пачки (фиг. 19), запаковываются в тигли, засыпаются угольной засыпкой, предохраняющей электроугли от выгорания, и идут в обжиг. Подобным же обра-



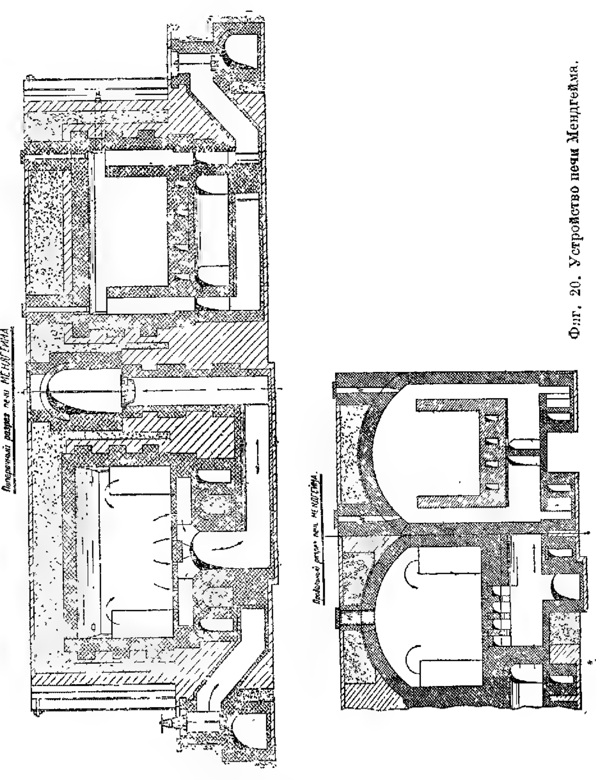
Фиг. 19. Вязка углей.

зом запаковываются и электрощетки. Обжиг производится в печах Мендгейма (фиг. 20) в течение 14—16 суток. Высшая температура обжига 1 480°. На фиг. 21 показана установка газогенератора, дающего газ для отопления печи Мендгейма. Цель и задача обжига — придать электроугольным изделиям необходимые механические и электрические свойства.

После обжига при температуре 1 480° изделия становятся механически прочными, однородными по структуре, приобретают необходимую твердость и электропроводность. Электроугли после обжига, таким образом, приобретают те свойства, которые необходимы им для выполнения задач, стоящих перед электроуглями, т. е. прежде всего они должны быть проводниками электрического тока.

Операция обжига в технологическом процессе производства углей является одним из решающих моментов в смысле получения электроуглей хорошего качества. Большая доля брака по электроуглям падает на обжиг. Основной вид брака обжига — это брак по трещинам. Причина этого брака прежде всего кроется в неправильном режиме обжига.

Цикл обжига делится на три периода: а) подогрев; б) обжиг; в) охлаждение. Решающим периодом в образовании брака является первый период — подогрев. В этот период температура достигает

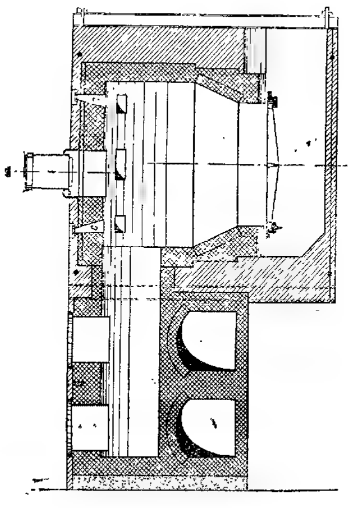


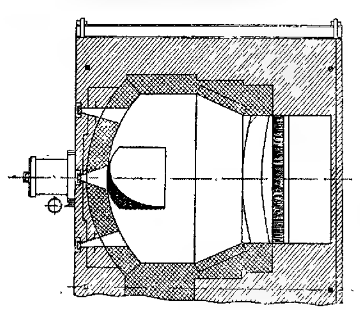
Фиг. 20. Устройство печи Мендгейма.

700° и электроугольные изделия претерпевают сильные изменения в своей структуре, связанные с коксованием связующих.

Период подогрева должен итти медленно, чтобы дать возможность всем летучим удалиться до начала коксования связующих. Особенно медленным этот период должен быть до 300—400°.

Если придерживаться кривой обжига Ридгаммера (фиг. 22), то можно получить выход изделий из обжига с наименьшим количеством брака. Подъем температуры до 300° согласно этой кривой идет медленно и начинает резко повышаться только после того, как изделия нагреются до 300°. О значении этого периода было сказано выше. Кривая обжига завода «Электроугли» обычно отличается от кривой Ридгаммера, что видно из следующей таблицы:





Фиг. 21. Устройство газогенератора Сименса.

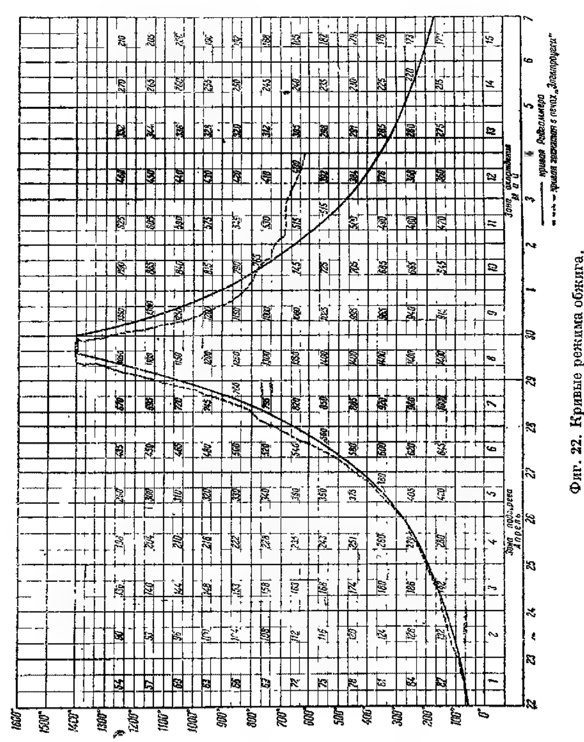
Температура подогрева в °	Время в часах, нужное для этого подогрева по Ридгаммеру	Фактическое время подогрева в час. в печах Кудиновского завода „Электроугли"
100	32	27
200	72	57
300	100	76
700	148	105

В печах завода «Электроугли» подогрев до 300° идет в течение 76 час., тогда как по кривой Ридгаммера этот период должен длиться 100 час.

Брак обжига зависит от трех причин: во-первых, от неправильного режима обжига, о чем было сказано выше (в данном случае полное соответствие режима обжига кривой Ридгаммера поможет снижать брак по этой причине), во-вторых, от большого перепада температуры внутри камеры и, в-третьих, от большого перепада температуры внутри тигля.

На двух последних перепадах температуры необходимо остановиться подробнее, так как эти перепады температуры, так же как и режим обжига, сказываются на увеличении брака электроуглей.

Как перепад температуры в камере, так и перепад в тигле зависят от несовершенства конструкции печей. Так, например, печи Мендгейма имеют перепад между низом и верхом камеры больше 100°, и следовательно, изделия, обжигаемые в перпендикулярном положении, вверху и внизу

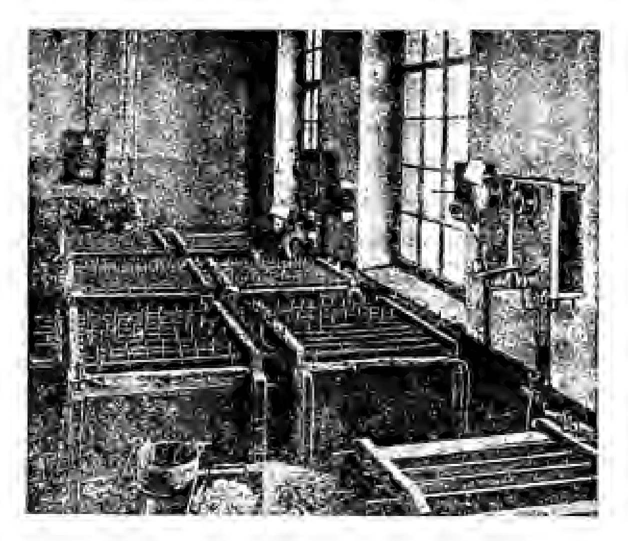


Фиг. 22. Кривые режима обжига.

подвергаются различному тепловому воздействию. От неравномерного расширения или сжатия по длине изделий электроугли рвутся в нижней части. Особенно это наглядно можно проследить на трубках большого диаметра. Они, как правило, рвутся в радиальном сечении на $\frac{1}{3}$ высоты от низа камеры.

Иногда образование брака в нижней части электроуглей пытаются объяснить тем, что связующее в изделиях, находящихся длительное время в стоячем положении, стекает вниз, чем и обусловлен больший процент брака.

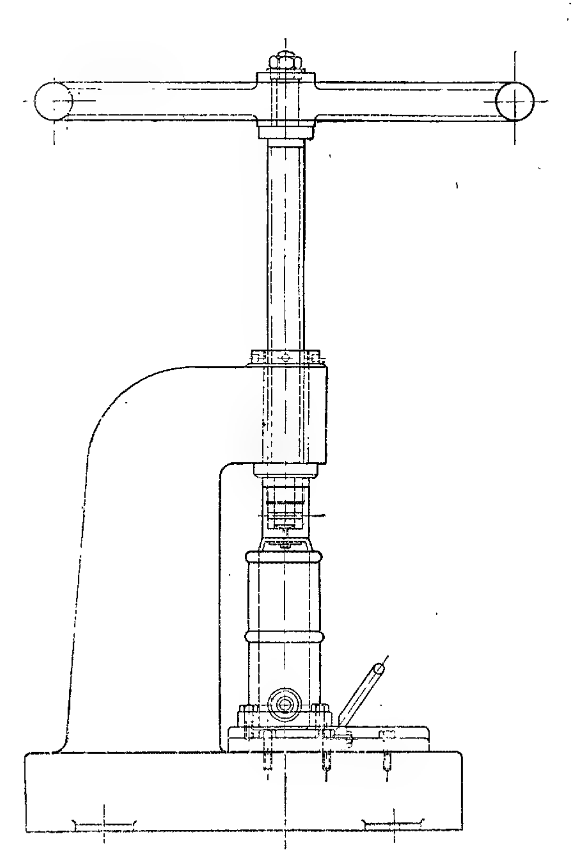
Наблюдения, проведенные по этому вопросу, не подтвердили, однако, этого предположения. Если бы предположение о стекании связующего вниз было верно, то верхние части изделия были бы после обжига рыхлы и рассыпались бы. Мы же видим, наоборот, что электроугли в верхней части всегда по качеству по всем показателям выше, чем в нижней части.



Фиг. 23. Гальванические ванны для омеднения.

Перепад внутри тигля между серединой тигля и краем доходит до 50°. Внутри тигля изделия подвергаются поэтому различному тепловому воздействию, от чего в углях получается различное внутреннее натяжение, что также может вести к образованию трещин, слоистости и прочих дефектов электроуглей.

Обожженные электроугли направляются в склад полуфабрикатов, где отбирается брак. Годные изделия идут в механическую обработку на рубильных и точильных станках. Угли, подлежащие омеднению, направляются в гальваническое отделение.



Фиг. 24. Пресс для фитиления.

11. ОМЕДНЕНИЕ

Омеднение электроуглей происходит в гальванических ваннах (фиг. 23) с растворяющимся медным анодом при плотности тока 0,5—3 $a/дм^2$.

В практике омеднение часто дает брак. Брак этот происходит от того, что слой меди накладывается не всегда одинаковой толщины, изделия по допускам не соответствуют техническим условиям и бракуются. Это наблюдается особенно часто при омеднении электрощеток, где допуски исчисляются в сотых долях миллиметра. Такое несовершенное омеднение может зависеть прежде всего от неточности показаний приборов, регистрирующих величину тока и напряжения. Измерительные приборы на гальванических ваннах требуют поэтому очень тщательного ухода и наблюдения. Далее, от того, что в гальваническое отделение нередко попадает угольная пыль, нарушается нормальное отложение меди. И наконец, несовершенное омеднение является следствием применения несоответствующей плотности тока.

12. ФИТИЛЕНИЕ

Некоторые виды электроуглей сначала изготовляются в форме трубок, в которые потом вводится фитиль соответствующего состава. Фитиление электроуглей производится двумя способами. Первый способ: в трубку вводится шприцевым прессом жидкая фитильная масса, приготовленная из порошка нефтяного кокса или другого углеродистого материала, перемешанного с жидким калиевым стеклом. В некоторых сортах электроуглей в состав фитиля вводится фтористый церий для получения нужных световых свойств угля.

Шприцевой ручной пресс (фиг. 24) состоит из коробки, внутри которой движется поршень. Поршень приводится в движение вручную при помощи штока с винтовой нарезкой. Под давлением поршня фитильная масса, находящаяся в коробке пресса, через особое отверстие впрыскивается в угольную трубку.

Для положительного угля ПИГ (прожекторного интенсивного горения) фитиль производится более сложным технологическим процессом, о чем будет сказано ниже.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОУГЛЕЙ И ЭЛЕКТРОДОВ

1. ПРОИЗВОДСТВО АНОДОВ

Аноды употребляются в качестве одной из деталей ртутных выпрямителей. От анодов требуется очень малая зольность, порядка 0,1%, в противном случае они загрязняют колбу. Этот недостаток особенно сильно проявляется в анодах завода «Электроугли», так как аноды этого завода имеют зольность не ниже 1,5%, и до сего времени завод не сумел добиться уменьшения зольности. Исходным сырьем при производстве анодов являются огарки ачесоновских электродов, применяемых при производстве хлора.

Рецептура анодов

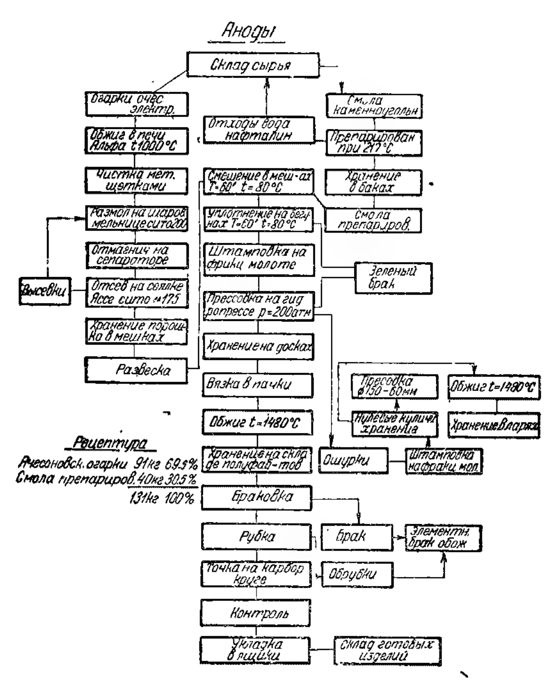
1. Огарки ачесоновских электродов . .	91 кг	69,5%
2. Смола препарированная	40 „	30,5%
	131 кг	100%

Технологический процесс (фиг. 25)

Огарки ачесоновских электродов перед смешением с препарированной каменноугольной смолой предварительно обжигаются в печах Альфа при температуре 1 000° для удаления из них пропиточного материала — льняного масла, чистятся металлическими щетками для удаления образовавшихся пленок различных соединений и размалываются на шаровых мельницах с ситом от 200 до 143 меш. Размер сита берется в зависимости от размера анодов. Полученный порошок из ачесоновских электродов пропускается через магнитный сепаратор, просеивается на сеялке Яссa через сито от 175 до 80 меш в зависимости от размера анода. Для малого анода размером 10 *мм* в диаметре сито на шаровой мельнице применяется 200 меш, а на сеялке 175 меш для большого размера 25 *мм* в диаметре — соответственно 143 меш и 80 меш. После просева порошок направляется в мешалку для смешения с каменноугольной смолой, предварительно препарированной при температуре 217°.

Смешение размолотых ачесоновских огарков со смолой производится при закрытой крышке в течение 1 часа при температуре 80°. Из мешалки масса идет на уплотнение бегунами, уплотнение продолжается в течение 60 мин. при температуре 80°. Затем масса при штамповке с фрикционным молотом сбивается в куличи, из которых на гидра-

влическом горизонтальном прессе под давлением от 50 до 200 *ат* в зависимости от размера прессуются аноды в виде длинных стержней. Давление при прессовке анода диаметром 10 *мм* дается в 50 *ат*, диаметром 25 *мм* — 200 *ат*. После прессовки аноды вылеживаются на



Фиг. 25. Схема технологического процесса изготовления анодов.

ровняльных досках в течение 24 час., связываются в пачки и обжигаются в печах Мендгейма при температуре 1 480°. Обожженные аноды отбраковываются, рубятся на рубильных станках на нужные размеры, затачиваются на точильных станках с карборундовыми камнями и отправляются через контрольный отдел в склад готовых изделий.

Аноды изготовляются размером в 10; 12; 15; 18 и 25 *мм* в диаметре.

Отходы и их использование

1. После отсева размолотых ачесоновских электродов оставшиеся на сите высевки идут обратно в размол на шаровую мельницу, и таким путем огарки используются целиком.

2. Во время препарации каменноугольной смолы выделяется сырец нафталин, который собирается и отправляется в производство на соответствующие заводы.

3. При прессовке на горизонтальном прессе некоторые анодные стержни выходят из пресса с трещинами, пузырями и вздутиями на поверхности. Такие стержни на дальнейшие операции не пропускаются. Они под названием «зеленого брака» направляются обратно в бегуны и штамповку, после чего опять идут на прессовку анодов.

4. Кроме зеленого брака при прессовке анодов на горизонтальном гидравлическом прессе в качестве отходов образуются ошурки — остатки анодной массы на массном цилиндре. Ошурки получаются потому, что кольцо массного поршня недостаточно плотно пригнано к внутренней поверхности массного цилиндра. Между ними получается небольшой зазор, через который масса выдавливается на поверхность поршня. Эти ошурки смешиваются с ошурками других электроуглей и штамповкой сбиваются в так называемые нулевые куличи, из которых затем прессуется нулевая масса диаметром от 60 до 150 *мм*. Нулевая масса обжигается при температуре 1480° и после этого в качестве одного из компонентов идет в состав элементных электроуглей.

5. Брак, который получается после обжига анодов, и отходы, получающиеся при рубке анодов, под названием элементного брака или анодного брака идут в качестве одного из компонентов в состав элементных углей.

Для улучшения качества анодов необходимо подвергать их в электрических печах сопротивления электрографитации, т. е. второму обжигу при температуре 2 200—2 500°. После электрографитации аноды становятся почти беззольными, и качество их резко повышается по сравнению с анодами, не подвергнутыми электрографитации.

2. ПРОИЗВОДСТВО ПРОЖЕКТОРНЫХ ЭЛЕКТРОУГЛЕЙ ИНТЕНСИВНОГО ГОРЕНИЯ (ПИГ)

Электроугли ПИГ применяются в прожекторных лампах постоянного тока. Для каждого размера угли ПИГ изготовляются комплектами. Каждый комплект состоит из положительного и отрицательного углей.

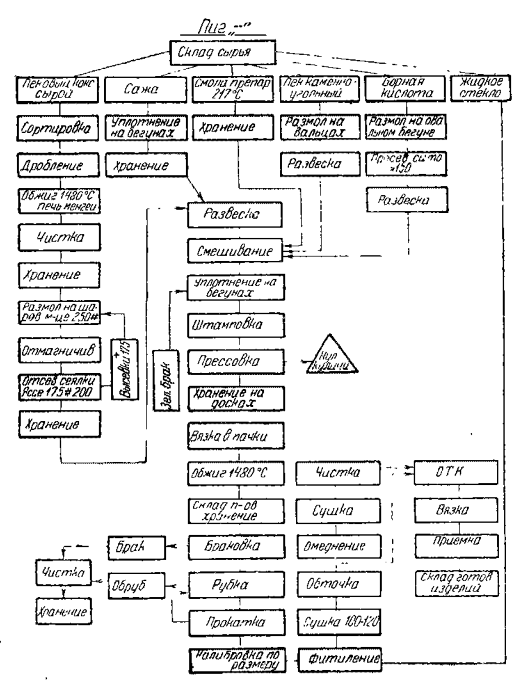
Производство оболочек отрицательных углей ПИГ

В состав оболочки отрицательного угля ПИГ входят следующие компоненты:

1) пековый кокс кальцинированный;
2) сажа уплотненная;
3) пек молотый;
4) борная кислота;
5) смола препарированная.

Технологический процесс производства отрицательных углей ПИГ (фиг. 26)

Перед смешением компонентов, входящих в состав массы отрицательного электроугля ПИГ, они проходят следующую предварительную обработку:



Фиг. 26. Схема технологического процесса изготовления отрицательных углей ПИГ.

а) Сырой пековый кокс сортируется с целью удаления мелочи, являющейся обычно более загрязненной (зольной). Дробится на дробилке системы Блека на куски размером 3,5—1 *см* и обжигается в печах Мендгейма при температуре 1 480°. После обжига пековый кокс проходит чистку для удаления кусков шамота, тигельного боя

и коксовой мелочи, размалывается на шаровых мельницах типа Крупп с ситом 200 меш, освобождается (т. е. обрабатывается на магнитном сепараторе) от железа, попавшего в пековый кокс во время размола стальными шарами шаровых мельниц, и просеивается на сеялках Ясса через сито 175 меш.

б) Сажа уплотняется на бегунах с целью повысить ее плотность, так как в противном случае сажа плохо перемешивается с другими компонентами, входящими в состав массы отрицательного электроугля ПИГ. Кроме этого во время уплотнения сажи на бегунах из нее удаляется воздух и часть влаги.

в) Каменноугольная смола препарируется при температуре 217°.

г) Пек каменноугольный размалывается на вальцах.

д) Борная кислота размалывается на овальных бегунах небольшого размера и просеивается через сито 150 меш. Борная кислота вводится в массу в качестве плакующегося вещества.

е) Жидкое калиевое стекло не входит в рецептуру оболочки отрицательного угля ПИГ, но употребляется как склеивающее вещество при изготовлении фитильной массы для углей вышеуказанной марки.

О значении других компонентов, входящих в состав отрицательного угля ПИГ, было сказано в разделе «Подготовка сырья».

После указанной выше предварительной обработки компонентов отрицательного электроугля ПИГ все они, а именно пековый кокс, сажа, каменноугольная смола, каменноугольный пек и борная кислота, развешенные в определенных весовых количествах, перемешиваются в мешалке типа Вернер-Пфлейдерер в течение 75 мин. с закрытой крышкой. Полученная после смешения шихта уплотняется на бегунах в течение 90 мин. и сбивается в куличи.

Из полученных куличей (болванок) на горизонтальных прессах типа Пемзель под соответствующим давлением и через соответствующий мундштук прессуется трубчатая оболочка отрицательного угля в виде трубок. Спрессованные трубки вылеживаются на досках в течение 24 час. и затем связанные в пачки по 127 шт. обжигаются в огнеупорных шамотных тиглях при температуре 1 480°. Обожженные угли отбраковываются, рубятся на нужные размеры, прокатываются на стальной доске для определения кривизны и калибруются по размерам. После этих операций отрицательные угли, проверенные по кривизне и размерам, идут в фитиление, т. е. в трубку отрицательного угля ПИГ впрыскивается фитильная масса.

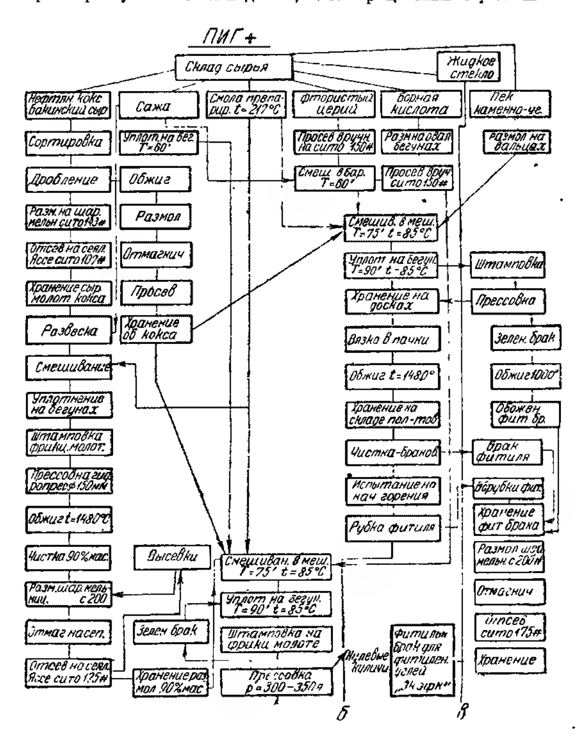
Профитиленные электроугли сушатся в сушильном шкафу при температуре 100—120°, обтачиваются на точильных станках и идут в омеднение, если имеется требование на омедненные угли.

После омеднения угли сушатся, чистятся проволочными щетками, связываются в пачки и отправляются на склад готовых изделий.

Отходы при производстве отрицательных углей ПИГ и их использование

1. Перед смешением пековый кокс отсеивается на сите 175—200 меш. Более крупные частицы пекового кокса остаются на сите и возвращаются обратно в шаровую мельницу для дальнейшего размола.

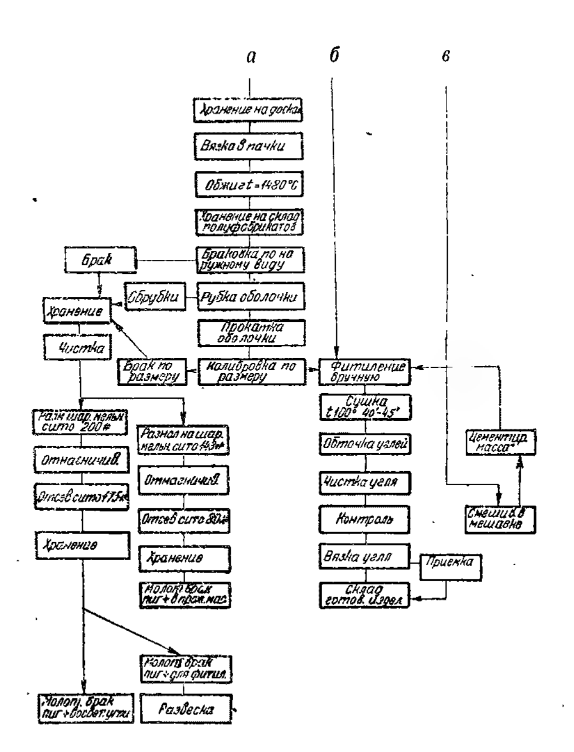
2. При прессовке часть изделий выходит из мундштука браком по тем или другим причинам. Этот брак под названием зеленого брака возвращается на уплотнение в бегуны, из него затем сбиваются куличи, из которых прессуются те же изделия, т. е. отрицательные угли ПИГ.



Фиг. 27. Схема технологического процесса

Опурки же, получающиеся из остатков массы, прилипшей к массному цилиндру, и не прошедшие через мундштук, сбиваются в нулевые куличи, идущие в качестве одного из компонентов элементных углей.

3. Брак отрицательного угля ПИГ, получающийся при отбраковке обожженных углей и при рубке этих углей, идет на изготовление киноуглей марки Экстра К размером 11 × 250 *мм*.



изготовления положительных углей ПИГ.

Технологический процесс производства положительных электроуглей ПИГ (фиг. 27)

Положительные электроугли ПИГ в отличие от отрицательных электроуглей ПИГ производятся в две стадии. В рецептуре между

этими углями также есть разница. Так, в состав отрицательного электроугля ПИГ входит пековый кокс, а в состав положительного ПИГ — нефтяной кокс; в качестве связующего применяется в первом случае смесь пека со смолой, а во втором — одна смола. Разница в рецептуре положительных и отрицательных углей объясняется тем, что отрицательный уголь ПИГ требуется большей механической прочности, чем положительный уголь; это достигается применением пекового кокса вместо нефтяного кокса как основного сырья, а в качестве связующего берется смесь каменноугольного пека со смолой вместо одной смолы.

В состав массы оболочки положительных электроуглей ПИГ входят следующие компоненты: бакинский сырой нефтяной кокс, сажа, смола препарированная и борная кислота. Все эти компоненты, прежде чем попасть в мешалку для смешения, подвергаются следующей предварительной обработке:

а) Сырой нефтяной кокс сортируется, целью чего является отобрать загрязненный кокс, особенно мелочь.

Для второй стадии берется обожженный нефтяной кокс. После обжига нефтяной кокс проходит размол, отмагничивание и просев так же, как и при производстве оболочки отрицательного угля.

б) Сажа уплотняется на бегунах в течение 1 часа, а смола препарируется при температуре 217°.

в) Борная кислота размалывается на овальных бегунах и просеивается вручную на сито 150 меш.

Подготовленные таким путем материалы — сырой нефтяной кокс, сажа и смола — смешиваются в мешалке в течение 75 мин., смесь уплотняется на бегунах в течение 90 мин. и штампуется в куличи штамповальным фрикционным молотом. Из полученных куличей на гидравлическом горизонтальном прессе прессуется так называемая 90% масса в болванки цилиндрической формы с диаметром 150 *мм*. Масса, эта обжигается при температуре 1 480° и после обжига размалывается на шаровых мельницах на сито 200 меш. Размолотая масса отмагничивается на магнитном сепараторе и просеивается на сеялке Ясса через сито 175 меш, после чего масса первой стадии, или 90% масса, для положительного угля ПИГ считается готовой.

Во второй стадии технологического процесса производства положительного угля ПИГ применяются следующие компоненты: 1) 90% масса, 2) уплотненная сажа; 3) препарированная смола; 4) борная кислота; 5) обожженный нефтяной кокс. Предварительная обработка этих компонентов перед смешением описана при рассмотрении первой стадии производства положительного угля ПИГ.

Смешение указанных пяти компонентов происходит в мешалке типа Вернер-Пфлейдерер в течение 75 мин. при температуре 85°. После смешения масса положительного электроугля ПИГ уплотняется на бегунах в течение 90 мин. при температуре 85°, дальше штампуется в куличи на фрикционном молоте и идет на прессовку оболочки положительного угля. Оболочки прессуются на горизонтальном прошивном прессе через мундштук соответствующей формы и размера под давлением 300—350 *ат*.

Спрессованные трубки положительного угля ПИГ укладываются

на доски и вылеживаются на них в течение 24 час., затем связываются на вязальном станке в пачки, укладываются в тигли, засыпаются засыпкой и в таком виде обжигаются в печах Мендгейма в течение 16 суток. Максимальная температура обжига достигает 1 480°. После обжига трубки отбраковываются по наружному виду (трещины, вздутия), рубятся на рубильных станках на соответствующие размеры, прокатываются на стальной доске для отбраковки по кривизне, калибруются по размерам и идут для фитиления.

Фитиление положительного угля ПИГ происходит вручную, фитиль смазывается цементной массой из молотого брака положительного угля ПИГ и жидкого калиевого стекла и вкладывается в оболочку угля ПИГ.

Профитиленный положительный электроуголь ПИГ в течение 24 час. просушивается в сушильных электрических печах при температуре 100°. Высушенные электроугли ПИГ обтачиваются на точильных станках, чистятся, и уголь готов.

Отходы при производстве положительных углей ПИГ и их использование

При производстве положительной оболочки (трубки) электроугля ПИГ получаются следующие отходы:

а) Высевки 90% массы, остающиеся после отсева этой массы на сите 175 меш сеялки Несса. Эти высевки идут обратно на размол в шаровые мельницы.

б) Зеленый брак, получающийся при прессовке массы второй стадии положительного угля ПИГ. Этот брак возвращается в бегуны на уплотнение, а потом идет обратно в пресса.

в) При прессовке второй стадии остаются ошурки от массы второй стадии на кольце массного цилиндра. Эти ошурки сбиваются в так называемые нулевые куличи, которые входят одним из компонентов в состав элементных углей.

г) Зеленый фитильный брак, получающийся при прессовке фитилей, обжигается в печах Альфа при температуре 1 000°, размалывается на шаровых мельницах с ситом 200 меш, отмагничивается, отсеивается на сите 175 меш, смешивается с жидким калиевым стеклом и в таком виде при помощи шприцевого пресса запрессовывается в угли Экстра-эффект в качестве фитиля.

д) После отбраковки обожженного фитиля оставшийся фитильный брак также размалывается на шаровых мельницах на сито 200 меш, дальше отмагничивается, просеивается через сито 175 меш и, смешиваясь с жидким калиевым стеклом, в виде жидкой массы также идет в качестве фитиля для углей Экстра-эффект.

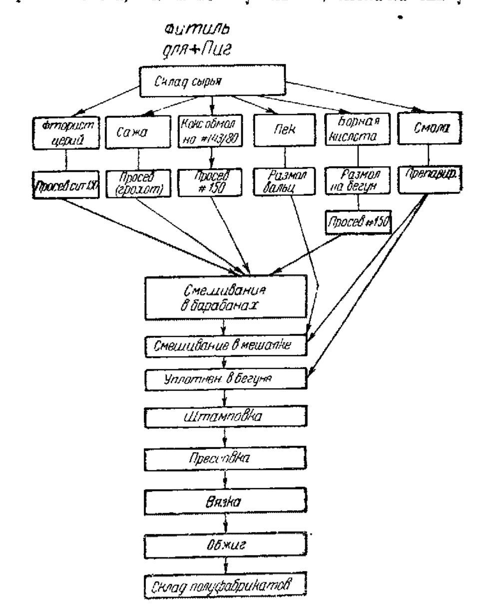
Брак оболочки углей ПИГ используется для изготовления элементных углей размером 16/8 × 85 *мм*.

е) Брак оболочки положительного электроугля ПИГ и обрубки этой оболочки чистятся, размалываются на шаровых мельницах с ситом 200 меш, отмагничиваются, отсеиваются на сите 175 меш, и в таком виде этот молотый брак положительного угля ПИГ идет в качестве одного из компонентов в состав осветительных углей. Это — первое применение этого брака. Второе применение молотого брака положительного

угля ПИГ следующее: брак смешивается в мешалке с жидким калиевым стеклом, в результате чего получается цементная масса, которой смазывается твердый фитиль при вкладывании его в оболочку положительного угля ПИГ. Наконец, третье применение брака оболочек положительного угля ПИГ следующее: брак размалывается в шаровой мельнице с ситом 143 меш, отмагничивается, отсеивается на сеялке Ясса через сито 80 меш и в таком виде идет в качестве одного из компонентов в состав простых прожекторных углей.

Производство фитилей для положительных углей ПИГ (фиг. 28)

Для производства фитиля положительного угля ПИГ применяется следующий состав: фтористый церий; сажа; грозненский нефтяной кокс; борная кислота; пек каменноугольный; смола каменноугольная.



Фиг. 28. Схема технологического процесса изготовления фитилей для положительных углей ПИГ.

Перед смешением компоненты, входящие в состав фитиля, проходят следующую предварительную обработку:

а) Фтористый церий просеивается вручную через сито 150 меш.

б) Сажа просеивается через грохот.

в) Грозненский нефтяной кокс размалывается на шаровых мельницах с ситом 143/80 меш, т. е. на мельнице 143 меш и на сеялке 80 меш, и просеивается через сито 150 меш.

г) Каменноугольный пек размалывается на вальцах один раз.

д) Борная кислота размалывается на бегунах и просеивается вручную через сито 150 меш.

е) Каменноугольная смола препарируется при температуре 217°.

Сначала фтористый церий, сажа, грозненский нефтяной кокс и борная кислота смешиваются в смесильных «пьяных» барабанах в течение 60 мин. Затем к этой смеси из четырех компонентов прибавляются каменноугольный пек и часть каменноугольной смолы, все это смешивается в мешалке типа Вернер-Пфлейдерер в течение 75 мин. при температуре 80°.

После этого масса переходит в бегуны, где прибавляется к этой массе остальная каменноугольная смола, и уплотнение идет в течение 90 мин. при температуре 85°. Уплотненная масса штампуется в куличи фрикционным молотом. Куличи вставляются в гидравлический горизонтальный прошивной пресс, и через соответствующий мундштук прессуется фитиль для положительного электроугля ПИГ. Спрессованный фитиль вылеживается на досках в течение 24 час., вяжется в пачки, упаковывается в тигли, засыпается засыпкой и обжигается в печах Мендгейма при температуре 1 480°. После обжига фитиль отбраковывается и готов для фитиления положительных электроуглей ПИГ.

3. ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОДОВ

Электроды используются для двух целей: во-первых, в качестве нагревательных элементов электрических печей, где электроды служат в качестве сопротивлений; во-вторых, электроды применяются в печах сопротивления, где они являются только передатчиками электроэнергии к нагревательному элементу, состоящему из угольной крупки. Производство электродов — одностадийное.

Рецептура электродов

1.	Нефтяной кокс кальцинированный	100 кг	57,2%
2.	Крупка электродная	20 „	11,4%
3.	Сажа	20 „	11,4%
4.	Пек каменноугольный молотый	10 „	5,7%
5.	Смола препарированная	25 „	14,3%
		175 кг	100%

Технологический процесс производства электродов (фиг. 29)

Компоненты, входящие в состав электродов, до их смешения подвергаются следующей предварительной обработке:

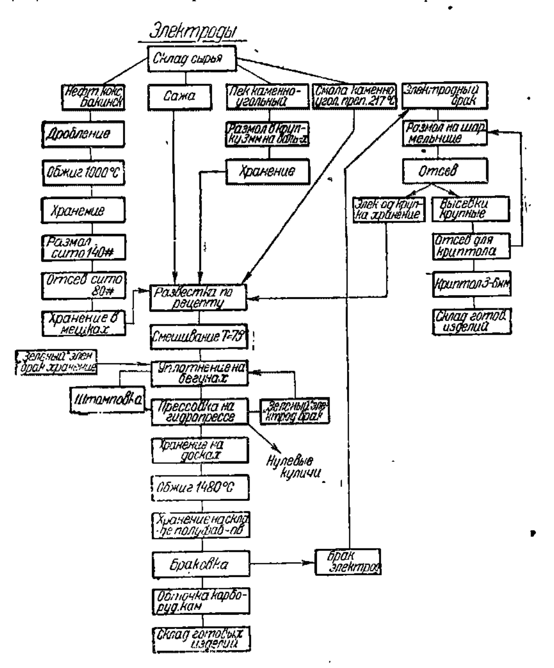
1. Бакинский нефтяной кокс дробится, обжигается при температуре 1 000°, размалывается на шаровых мельницах с ситом 140 меш и отсеивается на сеялке Ясса на сите 80 меш.

2. Сажа берется не уплотненная — сырая.

3. Пек каменноугольный на вальцах размалывается в крупку размером 3 *мм*.

4. Смола каменноугольная препарируется при температуре 217°.

5. Электродный брак размалывается на дробилке, отсеивается через сито 10 меш, в результате чего получается электродная крупка, входящая в состав электродов.



Фиг. 29. Схема технологического процесса изготовления электродов.

После указанной обработки нефтяной кокс, сажа, пек каменноугольный, смола и электродный брак или электродная крупка смешиваются в мешалке Вернер-Пфлейдерер в течение 75 мин. при температуре 80—90°. Дальше масса идет в бегуны для уплотнения. Уплотнение продолжается в течение 30 мин. при температуре 80—90°. В процессе уплотнения электродной массы в последнюю вводится зеленый

брак элементных углей (сырой брак), чем достигается большая пластичность электродной массы.

Уплотненная масса штампуется на фрикционном молоте в куличи, из которых на электродном гидравлическом прессе типа Шлеманн или Пемзель прессуются электроды нужного размера.

Спрессованные электроды в течение 24 час. вылеживаются на досках и потом обжигаются при температуре 1 480°, после чего электроды отбраковываются. Годные обтачиваются на точильных станках с карборундовыми камнями. Этим заканчивается процесс производства электродов.

Электроды изготовляются диаметром: 35; 45; 50; 60; 75; 100 и 110 *мм* при длине 500 или 1 000 *мм*.

Отходы и использование их

1. При прессовке на гидравлических прессах некоторые изделия выходят браком. Этот брак под названием зеленого электродного брака возвращается обратно в бегуны и таким путем идет обратно для производства электродов. Ошурки, остающиеся при прессовке электродной массы на кольцах массного цилиндра, сбиваются в нулевые куличи, которые затем идут в качестве одного из компонентов в состав элементных электроуглей.

2. Бракованные обожженные электроды размалываются на мельницах и отсеиваются на сеялке Ясса. Таким путем обработанный электродный брак частью идет как компонент в состав электродной массы под названием электродной крупки, а крупные высевки этого электродного брака идут для производства криптола. Криптол — это электродный брак размером 3—6 *мм*. Для получения такого размера зерен употребляются соответствующие сита, через которые просеивается размолотый электродный брак.

4. ПРОИЗВОДСТВО СВЕТОКОПИРОВАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУГЛЕЙ

Светокопировальные электроугли («Светокопия») применяются исключительно в светокопировальных аппаратах. Работают они как на постоянном, так и на переменном токе. При этом при работе на постоянном токе отрицательный уголь «Светокопия» не должен иметь фитиля, а на переменном токе оба угля как положительный, так и отрицательный должны быть с фитилями. Производство этих углей идет в две стадии.

Первая стадия — производство искусственной сажевой массы следующего состава:

1. Сажа № 3	70 *кг*	58,3%
2. Смола препарированная .	50 „	41,7%
	120 *кг*	100%

Вторая стадия:

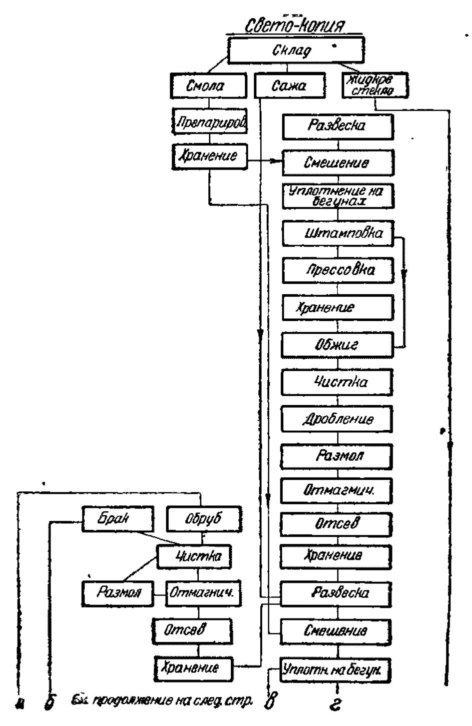
1. Искусственная сажевая масса .	34 *кг*	21%
2. Брак углей «Светокопия» . . .	34 „	21%
3. Сажа	34 „	21%
4. Смола препарированная	60 „	37%
	162 *кг*	100%

Электроугли «Светокопия», так же как и угли ПИГ, производятся с фитилем, рецепт которого следующий:

1. Брак пламенных углей . . .	60 кг	60%
2. Жидкое стекло	40 „	40%
	100 кг	100%

Технологический процесс производства электроуглей „Светокопия" (фиг. 30)

Первая стадия. Сажа и смола, препарированная при температуре 217°, смешиваются в мешалке в течение 60 мин. при темпе-

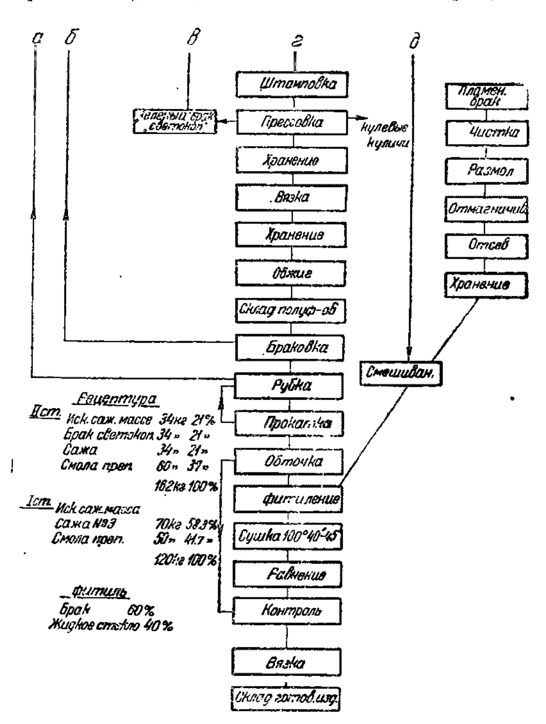


Фиг. 30. Схема технологического процесса

ратуре 80—90°, уплотняются па бегунах в течение 60 мин. при температуре 80—90°, штампуются в куличи и прессуются в болванки цилиндрической формы. Эта масса, называемая искусственной сажевой массой, обжигается затем при температуре 1 480°.

Обожженная сажевая искусственная масса чистится, дробится на дробилке типа Блека, размалывается на шаровых мельницах с ситом 200 меш, отмагничивается на магнитных сепараторах, просеивается на сеялке Ясса через сито 175 меш. Этим заканчивается процесс производства в первой стадии.

Вторая стадия. Искусственная сажевая масса (порошок первой стадии), сажа, смола препарированная и брак углей «Свето-



изготовления углей «Светокопия».

«копия», предварительно размолотый, отмагниченный и просеянный, смешиваются в мешалке в течение 60 мин. при температуре 90°. Дальше полученная смесь идет на бегуны, где эта масса обрабатывается в течение 60 мин. при температуре 80—90°, при штамповке она сбивается в куличи, из которых прессуется оболочка электроуглей «Светокопия». После вылеживания в течение 24 час. оболочки связываются и обжигаются при температуре 1 480°.

Обожженные оболочки углей «Светокопия» отбраковываются, рубятся, прокатываются и обтачиваются. После этого оболочка готова, идет на фитиление жидкой фитильной массы на шприцевых прессах.

Профитиленные электроугли «Светокопия» сушатся в сушильных шкафах при температуре 100° в течение 40—45 час. и затачиваются на точильных станках. Этим производство электроуглей «Светокопия» заканчивается.

Технологический процесс производства фитильной жидкой массы для электроуглей „Светокопия"

Для производства фитильной жидкой массы берется пламенный брак, т. е. брак от так называемых пламенных углей — КС, Экстра-эффект К, Экстра К и ПИГ. Смесь брака от этих пламенных углей чистится, размалывается на шаровых мельницах с ситом 200 меш, отмагничивается и просеивается на сеялке Ясса через сито 175 меш. После такой предварительной обработки пламенный брак смешивается в мешалках типа Вернер-Пфлейдерер с жидким калиевым стеклом, и фитильная масса для электроуглей «Светокопия» готова.

Угли «Светокопия» производятся неомедненными. Размер этих электроуглей как с фитилем, так и без фитиля делается диаметром 13 *мм* при длине 250, 330 и 450 *мм*.

Отходы при производстве углей „Светокопия" и их применение

1. При прессовке оболочек углей «Светокопия», так же как и при прессовке ранее описанных электроуглей, получается зеленый брак «Светокопии» и ошурки. Зеленый брак «Светокопии» — это брак трубок-оболочек, вышедших из пресса. Этот брак возвращается в бегуны, уплотняется в них вместе с приготовленной массой для «Светокопии» и таким путем возвращается обратно для производства электроуглей «Светокопия». Нулевые куличи штампуются из ошурков — остатков массы при прессовке «Светокопии» на массном поршне пресса. Нулевые куличи входят в состав некоторых элементных электроуглей.

2. Оставшийся брак электроуглей «Светокопия» при разбраковке после обжига, а также при рубке и прокатке их, чистится, размалывается на шаровых мельницах с ситом 200 меш, отмагничивается, просеивается на сеялке Ясса через сито 175 меш, после чего во второй стадии идет в мешалку как один из компонентов в состав этих же электроуглей «Светокопия».

5. ПРОИЗВОДСТВО УГОЛЬНЫХ ТРУБОК

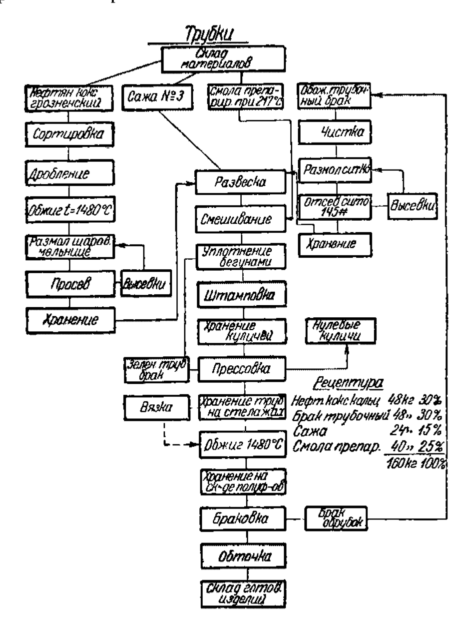
Трубки разного размера производятся для нужд элементного производства и лабораторий. Трубки также служат нагревательным элементом в печах Тамана. Производство трубок — одностадийное.

Рецептура угольных трубок

1.	Грозненский нефтяной кокс	48 *кг*	30%
2.	Брак трубочный	48 „	30%
3.	Сажа	24 „	15%
4.	Смола каменноугольная препарированная	40 „	25%
		160 *кг*	100%

Технологический процесс производства трубок (фиг. 31)

Компоненты, входящие в состав трубок, подвергаются следующей предварительной обработке:



Фиг. 31. Схема технологического процесса изготовления трубок.

1. Нефтяной кокс сортируется в целях отделения мелочи, как правило, загрязненной и сильно озоляющей нефтяной кокс. После сортировки он дробится на дробилке типа Блека, обжигается при темпера-

туре 1 480°, размалывается на шаровых мельницах с ситом 143 меш и просеивается на сеялках Ясса через сито 80 меш.

2. Сажа № 3 без предварительной обработки вводится в состав трубок.

3. Смола каменноугольная препарируется при температуре 217°.

4. Трубочный брак чистится, размалывается на шаровых мельницах с ситом 145 меш и отсеивается через сито 80 меш.

Все четыре компонента — нефтяной кокс, сажа, смола и трубочный брак — после указанной предварительной обработки смешиваются в мешалке в течение 60 мин. при температуре 80—90°. Полученная масса уплотняется в бегунах в течение 60 мин. при температуре 80—90° и штампуется в куличи фрикционным молотом. Затем из них же на горизонтальном прошивном гидравлическом прессе прессуются трубки через соответствующие мундштуки. Спрессованные трубки вылеживаются на досках в течение 24 час., обвязываются и идут в обжиг при температуре 1 480°.

До 1935 г. трубки крупного размера, помещающиеся в тигель только по одной, не обвязывались, а просто ставились в тигель и обжигались, что приводило к очень большому браку по трещинам и изломам, особенно в нижней части трубок. В настоящее время трубки большого размера стали обвязывать в обожженные угли, чтобы нижний конец трубки не опирался в дно тигля. После применения такого способа обжига больших трубок брак стал меньше.

После обжига трубки отбраковываются и обтачиваются на точильных станках. Этим заканчивается технологический процесс производства трубок. Трубки изготовляются следующих размеров: наружный диаметр от 16 до 96 *мм*, внутренний диаметр от 5 до 75 *мм* при длине от 85 до 1 000 *мм*.

Отходы и их использование

1. При предварительной обработке нефтяного кокса после операции просева на ситах остаются крупные зерна нефтяного кокса, которые возвращаются обратно в шаровую мельницу для дальнейшего размола.

2. При прессовке трубок зеленый брак, т. е. забракованные сырые трубки, возвращается обратно в бегуны для включения этого зеленого трубочного брака в куличи, из которых прессуются трубки. Ошурки, т. е. остатки трубочной массы на стенках массного поршня, сбиваются в нулевые куличи, идущие в состав элементных углей.

3. Бракованные обожженные трубки и обрубки этих трубок чистятся, размалываются на шаровых мельницах с ситом 145 меш, просеиваются на сеялке Ясса через сито 80 меш, и после этой операции трубочный брак идет в качестве одного из компонентов в состав трубочной массы.

6. ПРОИЗВОДСТВО СВАРОЧНЫХ УГЛЕЙ

В современной технике тепловая энергия вольтовой дуги используется для целей электросварки и резки металлов. Для этой цели применяются сварочные электроугли. Производятся они в одну стадию.

Рецептура сварочных углей

1.	Грозненский нефтяной кокс	48 кг	30,8%
2.	Сажа № 3	24 „	15,4%
3.	Смола препарированная каменноугольная	36 „	23 %
4.	Обожженный брак сварочных углей	48 „	30,8%
		156 кг	100%

Технологический процесс производства (фиг. 32)

Компоненты, входящие в состав сварочных углей, предварительно подвергаются следующей обработке.

1. Грозненский нефтяной кокс сортируется, дробится на дробилке и обжигается при температуре 1 480°. Затем кокс размалывается на шаровых мельницах с ситом 143 меш и просеивается на сеялке через сито 80 меш.

2. Сажа № 3 предварительной обработке не подвергается и идет в смешение в сыром виде.

3. Каменноугольная смола препарируется при температуре 217°.

4. Брак сварочных углей, являющийся отходом от этих углей, очищается, размалывается на шаровой мельнице с ситом 143 меш и просеивается на сеялке через сито 80 меш.

Подготовленные компоненты — грозненский нефтяной кокс, сажа № 3, препарированная смола и обожженный брак сварочных углей — смешиваются в мешалке в течение 60 мин. при температуре 80—90°, уплотняются на бегунах в течение 60 мин при температуре 80—90°. Дальше из уплотненной массы на штамповальном фрикционном молоте сбиваются куличи, из которых на горизонтальном гидравлическом прессе прессуются сварочные электроугли. После прессовки угли вылеживаются на досках в течение 24 час., связываются в пачки и обжигаются в печах Мендгейма в течение 16 суток при температуре 1 480°. Обожженные сварочные угли поступают в механическую обработку, где они сначала отбраковываются, рубятся под размер, прокатываются, обтачиваются согласно техническим условиям и связываются в пачки. Этим заканчивается процесс производства сварочных электроуглей.

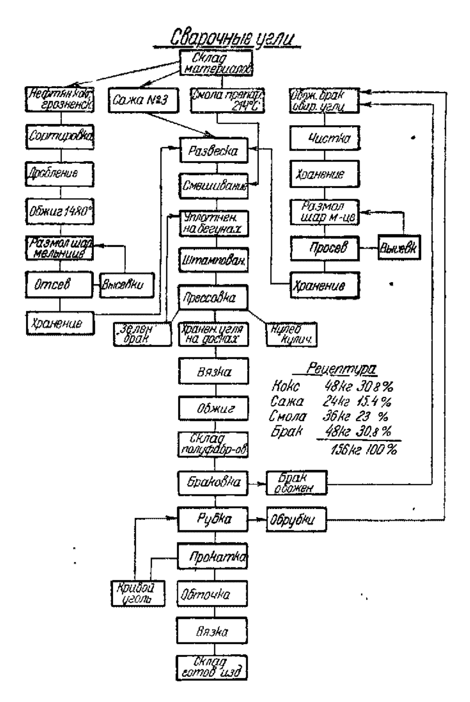
Сварочные угли делаются неомедненными размером в диаметре от 5 до 25 *мм* и длиной от 250 до 800 *мм*.

Отходы и их использование

1. При предварительной обработке грозненского нефтяного кокса в процессе его отсева на ситах сеялки остается крупный кокс, который возвращается в шаровую мельницу для дальнейшего помола.

2. В процессе прессовки сварочных углей бракованные угли под названием зеленого брака сварочных углей возвращаются обратно в бегуны для вторичной переработки и пуска в пресса для прессовки сварочных углей, а остающиеся ошурки, остатки массы сварочных электроуглей на массном поршне сбиваются в нулевые куличи, идущие в состав элементных углей.

3. Забракованные обожженные сварочные угли и обруб сварочных



Фиг. 32. Схема технологического процесса изготовления сварочных углей.

углей чистятся, размалываются на шаровых мельницах с ситом 143 меш, просеиваются на сеялке через сито 80 меш. После этого сварочный брак идет в качестве одного из компонентов в состав сварочных углей.

7. ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕМЕНТНЫХ УГЛЕЙ

а) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕМЕНТНЫХ УГЛЕЙ МАЛЫХ РАЗМЕРОВ

В гальванических элементах в качестве положительного полюса служат элементные электроугли в форме пластинок прямоугольного

сечения или в форме стержней круглого сечения. Элементные угли производятся в одну стадию.

Рецептура элементных углей

1.	Графит курейский	50 *кг*	32,8%
2.	Нулевые куличи	25 "	16,4%
3.	Элементный брак	25 "	16,4%
4.	Сажа № 3	34 "	12,4%
5.	Смола препарированная	60 "	22,0%
		194 *кг*	100%

Технологический процесс производства (фиг. 33)

Составные части шихты элементных углей перед смешением подвергаются предварительной обработке, а именно:

1. Курейский графит поступает на завод с обогатительной фабрики в готовом порошкообразном виде. На заводе «Электроугли» графит подвергается обжигу в печах Альфа при температуре 1 000° и просеивается вручную на сите 50 меш.

2. Сажа № 3 перед смешением никакой предварительной обработке не подвергается и в шихту идет в сыром виде.

3. Смола препарируется при температуре 217°.

4. Нулевые куличи, изготовленные из ошурков всех электроуглей, обжигаются при температуре 1 480°, чистятся, размалываются на шаровой мельнице с ситом 143 меш и просеиваются на сеялке Ясса через сито 80 меш.

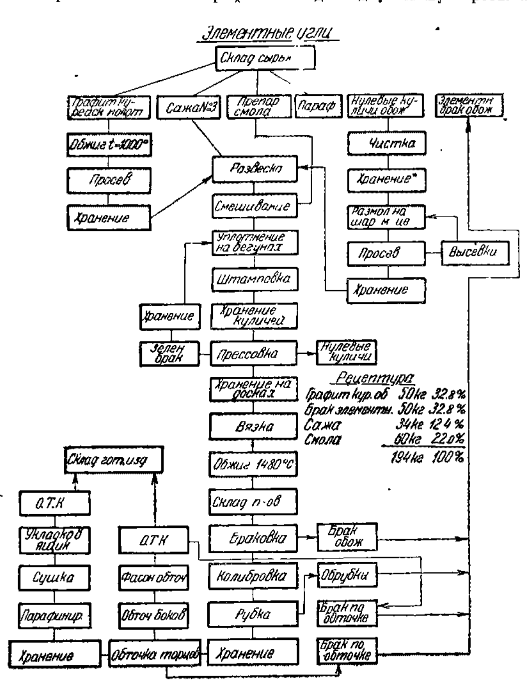
Подготовленные таким образом компоненты элементных углей — графит курейский, сажа № 3, препарированная смола и размолотые нулевые куличи — смешиваются в мешалке типа Вернер-Пфлейдерер. При этом сначала смешиваются сухие порошки в течение 15 мин. при температуре 80°, а потом уже вливается препарированная смола, подогретая до температуры 80°, и смешение продолжается еще в течение 45 мин.

Порядок смешения, указанный здесь, одинаков для производства всех электроуглей, т. е. сначала в мешалке смешиваются сухие порошки, а потом уже к ним прибавляется смола, и смешение продолжается дальше.

Из мешалки масса элементных углей идет в бегуны, где уплотняется в течение 60 мин. при температуре 80—90°, а потом штампуется в куличи штамповальным фрикционным молотом. Из этих куличей затем на горизонтальных гидравлических прессах прессуются элементные угли. Спрессованные изделия вылеживаются на досках в течение 24 час., после чего идут в обжиг при температуре 1 480°. Обожженные элементные угли отбраковываются, проходят калибровку, рубятся под размер, обтачиваются с торцов и боков, и наконец, производится фасонная обточка, если она предусмотрена техническими условиями.

Некоторые размеры элементных электроуглей по техническим условиям должны парафинироваться, поэтому для таких углей последней операцией после обточки является парафинировка. Целью парафинировки является заполнение парафином пор элементных углей.

Это необходимо для того, чтобы уголь, находясь в гальваническом элементе, не поглощал из него в себя электролита, который действует разрушающе на металлическую головку, надеваемую на элементный уголь. Для пропитывания парафином элементные угли погружаются в бак с расплавленым парафином. Одной-двух минут пребывания



Фиг. 33. Схема технологического процесса изготовления элементных углей малого размера.

в парафиновой ванне вполне достаточно для того, чтобы все поры углей небольшого диаметра хорошо заполнились парафином.

Отходы и их использование

Получаемый при прессовке элементных углей зеленый брак, т. е. элементные угли, выходящие из пресса негодными по каким-либо

причинам, а также ошурки элементных углей используются следующим образом: зеленый брак возвращается в бегуны и уплотняется вместе с массой элементных углей. Таким образом брак этот опять возвращается в производство элементных углей в этом же производственном цикле. Из ошурок же, т. е. остатков массы элементных углей на массном поршне, сбиваются нулевые куличи, которые после обжига, размола и просева также возвращаются в производство элементных углей, но только в следующие производственные циклы.

Брак обожженных элементных углей: остатки при рубке и обточке их идет в производство элементных углей, технологический процесс производства которых будет изложен в следующем параграфе. Брак элементных углей перед применением его в производство подвергается предварительной обработке, аналогичной обработке нулевых куличей. Подробно об этом будет сказано ниже.

По изложенному выше технологическому процессу и рецептуре производятся элементные угли следующих размеров: 6 × 55; 4 × 41 × 116.

б) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕМЕНТНЫХ УГЛЕЙ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ

Часть элементных углей производится по схеме технологического процесса и рецептуре, изложенным выше. Часть элементных углей производится по другой рецептуре и технологическому процессу. Ниже излагаются этот рецепт и технологический процесс. Производство этих элементных углей также — одностадийное, как и первых элементных углей. Угли эти производятся следующих размеров: круглые угли делаются диаметром 8; 10; 15; 18 и 20 *мм* и соответствующей этому диаметру длиной 70; 85; 117; 150 и 145 *мм*; плоские элементные угли имеют самые большие размеры: 8 × 30 × 500 и 10 × 40 × 500.

Рецептура элементных углей

1.	Анодный брак сита 143/80 меш	44 *кг*	22,68%
2.	Брак элементных углей 143/80 меш	50 „	25,78%
3.	Алиберовский графит	6 „	3,10%
4.	Смола каменноугольная препарированная	60 „	30,92%
5.	Сажа № 3	34 „	17,12%
		194 *кг*	100%

Технологический процесс производства (фиг. 34)

Компоненты, входящие в состав элементных углей, перед смешением предварительно обрабатываются следующим образом:

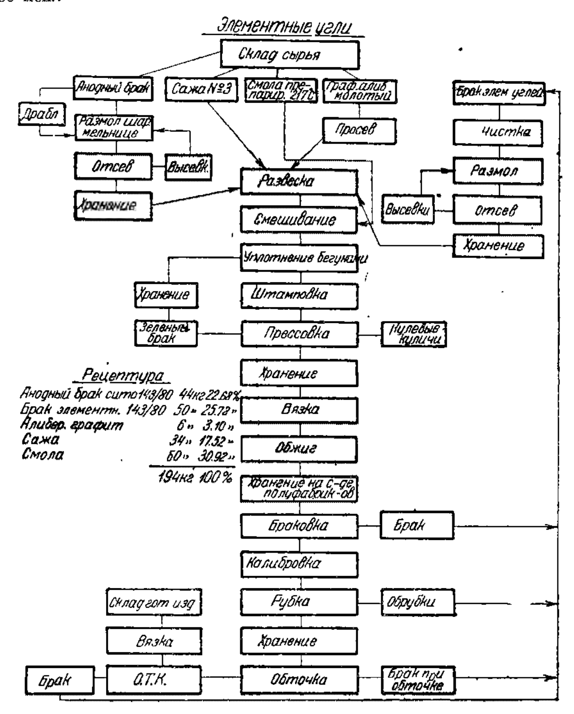
1. Анодный брак, получаемый в виде огарков с Волховского алюминиевого комбината, дробится на дробилке Блека, размалывается на шаровой мельнице с ситом 143 меш и просеивается на сеялке Ясса через сито 80 меш, что в рецептуре показано дробью.

2. Сажа предварительно не обрабатывается и идет в производство элементных углей в том виде, в каком она получается с сажевого завода.

3. Каменноугольная смола препарируется при температуре 217°.

4. Графит алиберовский доставляется на завод в порошкообразном виде и дополнительно просеивается на сеялке Ясса.

5. Брак элементных углей, получаемый от всех элементных углей первого и второго типа, чистится, размалывается на шаровых мельницах с ситом 143 меш и просеивается на сеялке через сито 80 меш.



Фиг. 34. Схема технологического процесса изготовления элементных углей большого размера.

После этой обработки сухие порошки, т. е. размолотые анодный брак, элементный брак, сажа и алиберовский графит, в течение 15 мин. смешиваются в мешалке Вернер-Пфлейдерер, а потом к смешанным сухим порошкам прибавляется каменноугольная препарированная смола, и смешение продолжается еще в течение 45 мин. Температура порошков и смолы к этому времени достигает 80—90°.

Полученная после смешения масса элементного брака поступает в бегуны, где она уплотняется в течение 60 мин. при температуре 80—90°, после чего она штампуется в куличи штамповальным фрикционным молотом. Эти куличи идут в горизонтальные гидравлические пресса для прессовки из них элементных углей. Спрессованные изделия вылеживаются на досках в течение 24 час., вяжутся в пачки и обжигаются в печах Мендгейма при температуре 1 480°.

Обожженные элементные угли отбраковываются, рубятся под размер и обтачиваются. Этим заканчивается процесс производства элементных углей.

Отходы и их использование

1. При прессовке анодного брака крупные частицы этого брака, не прошедшие через сито 80 меш, возвращаются обратно в шаровую мельницу для дальнейшего размола.

2. Образующийся при прессовке зеленый брак и ошурки используются так же, как и в первой схеме производства элементных углей, т. е. сырые элементные угли, вышедшие из пресса браком, возвращаются обратно в бегуны и попадают в производство этих же элементных электроуглей, ошурки же, т. е. элементная масса, приставшая к массному поршню, сбиваются в нулевые куличи, идущие опять в состав элементных углей, но в следующем производственном цикле.

3. Брак обожженных элементных углей, обруб, получающийся при рубке углей, брак при точке и забракованные ОТК элементные угли под названием брака элементных углей идут в качестве одного из компонентов в состав этих электроуглей.

4. Получающиеся при прессовке крупные куски брака элементных углей возвращаются обратно в шаровые мельницы для дальнейшего размола и использования по тому же назначению.

8. ПРОИЗВОДСТВО КИНОУГЛЕЙ

а) ЭЛЕКТРОУГЛИ МАРОК ЭКСТРА-ЭФФЕКТ К И КС

Электроугли марки Экстра-эффект К и марки КС изготавляются по одному и тому же технологическому процессу и рецептуре, несмотря на то, что применение этих двух марок электроуглей в кинематографии различно.

Электроугли марки Экстра-эффект К применяютгя для кинопроекционных ламп переменного тока и вырабатываются только с фитилем. В последнем активным веществом являются фториды металлов. Диаметр фитиля составляет $^1/_3$ от наружного диаметра угля. При горизонтальном расположении углей в лампах оба угля берутся одного и того же диаметра. При наклонном же расположении или при расположении углей под углом друг к другу (верхний уголь обычно расположен горизонтально, а нижний вертикально или наклонно) верхний уголь имеет диаметр, несколько больший диаметра нижнего угля.

При более высоких плотностях тока в лампах с металлическим зеркалом применяются омедненные угли. Угли марки Экстра-эффект К при работе дают белый, сильный и спокойный свет и изготовляются при диаметре от 5 до 12 *мм* длиной 120, 160 и 250 *мм*, при диаметре от

13 до 16 *мм* — длиной 160 и 250 *мм* и при диаметре более 18 *мм* — длиной 250 *мм*.

Электроугли марки КС являются углями сравнительно высокой интенсивности и выдерживают по сравнению с электроуглями марок Экстра К и Экстра-эффект К больший ток. Изготовляются они так же, как и Экстра-эффект К, только с фитилем. Диаметр фитиля равен $^1/_3$ наружного диаметра угля. Фитиль в значительно большей мере, чем у марки Экстра-эффект К, пропитан фтористым церием, вследствие чего угли марки КС дают более яркий свет.

Фитиль для углей КС изготовляется набивным способом. Эти угли предназначены для работы в лампах как постоянного, так и переменного тока, для киносъемочных, а также для фотографических работ. При постоянном токе диаметр положительного угля на 3—6 *мм* больше диаметра отрицательного угля. В тех случаях, когда ток подводится близко к кратеру положительного угля, берется неомедненный уголь. Если же ток подводится к концу и должен пройти через всю длину угля, то положительный уголь должен быть сильно омеднен.

Электроугли марки КС изготовляются диаметром от 5 до 32 *мм* при длине от 120 до 160 *мм*, 325 и 500 *мм*. В зависимости от способа применения электроугли марки КС делятся на:

1) угли для дуговых ламп бокового освещения;
2) » » « » верхнего освещения;
3) угли для дуговых ламп прожекторного освещения.

Первый сорт углей КС для дуговых ламп бокового освещения употребляется теперь сравнительно редко, так как для этой цели в настоящее время применяются лампы накаливания. Угли для бокового освещения применяются в лампах Эффа неомедненными и с фитилем. При постоянном токе диаметр положительного угля берется равным 16 *мм*, а отрицательного — 12 *мм*. При переменном токе оба угля берутся диаметром в 12 *мм*. Длина углей в обоих случаях 160 *мм*. Нагрузка на уголь 12,5 *а*, а на весь агрегат — 50 *а*.

Второй сорт углей марки КС для дуговых ламп верхнего освещения изготовляется также с фитилем и без омеднения.

Третий сорт — электроугли марки КС для прожекторного освещения изготовляются почти всегда сильно омедненными, с фитилем.

Технологический процесс производства электроуглей Экстра-эффект К и КС (фиг. 35)

Рецептура электроуглей

Первая стадия:

1. Нефтяной кокс сырой . . . 63%
2. Сажа № 3 . . . . 15%
3. Смола препарированная . . 22%

100%

Вторая стадия:

1. Искусственная масса первой стадии . 24%
2. Нефтяной кокс прокаленный 24%
3. Сажа № 3 . . . . 24%
4. Смола препарированная 28%

100%

Рецептура фитиля

1. Брак осветительных углей . 60%
2. Жидкое калиевое стекло . . 40%

100%

Приведенная рецептура фитиля — для углей Экстра-эффект К. Производство же фитиля для электроуглей марки КС будет описано ниже.

Первая стадия производства электроуглей марок Экстра-эффект К и КС

В первой стадии производства углей Экстра-эффект К и КС вырабатывается искусственная масса, которая во второй стадии входит в качестве одного из компонентов рецептур этой стадии. Кокс, сажа и смола как составные части шихты первой стадии подвергаются до смешения следующей обработке:

Нефтяной кокс очищается и размалывается на шаровых мельницах с ситом 143/80 меш и в сыром виде идет в смешение. Сажа вводится в смеситель также без всякой предварительной обработки в том виде, как получается с сажевого завода, смола же предварительно перед смешением препарируется при температуре 217°.

Смешение указанных трех компонентов производится в мешалке типа Вернер-Пфлейдерер в течение 60 мин. при температуре 80—90°. Далее масса поступает в бегуны, где уплотняется в течение 60 мин. при температуре 80—90°. Уплотненная на бегунах масса сбивается в кулич на штамповальных молотах.

Из них прессуются на горизонтальных прошивных прессах круглые стержни диаметром 150 *мм*. Спрессованная масса идет в обжиг при температуре 1 480°, размалывается на шаровых мельницах с ситом 200/173 меш, отмагничивается на магнитном сепараторе и просеивается на сеялке Ясса через сито 175/80 меш, после чего порошок первой стадии, или искусственная масса, готов.

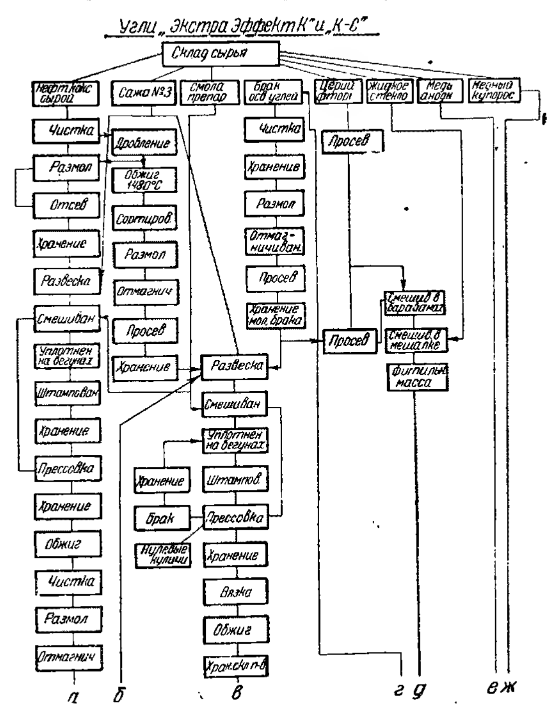
Вторая стадия производства

Компоненты массы второй стадии, из которой уже изготовляются электроугли марок Экстра-эффект К и КС, обрабатываются предварительно следующим образом: нефтяной кокс чистится, дробится на дробилке Блека, обжигается в печах Мендгейма при температуре 1 480°, сортируется, размалывается на шаровых мельницах с ситом 200/143 меш, отмагничивается, просеивается на сеялке через сито 175 и 80 меш, и в таком виде нефтяной кокс идет в смеситель.

Смола препарируется предварительно при температуре 217°, сажа применяется без предварительной обработки.

Брак осветительных углей чистится, размалывается на шаровой мельнице с ситом 143 и 200 меш, отмагничивается и просеивается на сеялке через сито 175 и 80 меш. Брак осветительных углей, если таковой имеется в достаточном количестве, заменяет массу первой стадии.

Подготовленная таким образом искусственная масса первой стадии — нефтяной кокс, сажа и смола — смешивается в мешалке типа Вернер-Пфлейдерер в течение 60 мин. при температуре 80—90°, уплот-

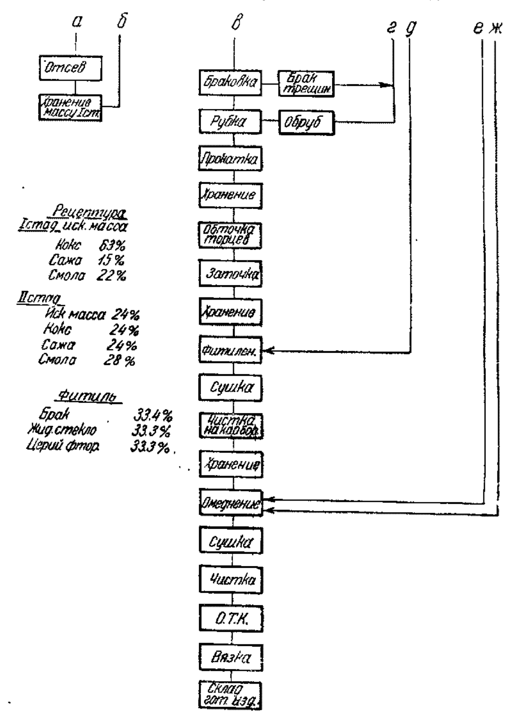


Фиг. 35. Схема технологического процесса.

пяется на бегунах в течение 60 мин. при температуре 80—90°. После этого из этой массы сбиваются куличи на штамповальных фрикционных молотах. Из куличей прессуются оболочки углей Экстра-эффект и КС нужного размера на горизонтальных гидравлических прессах.

Спрессованные изделия в течение 24 час. вылеживаются на досках, затем связываются в пачки и направляются в обжиг при температуре 1 480°. После обжига изделия отбраковываются, рубятся, прокатыва-

ются для определения кривизны, обтачиваются (торцы) и с одного конца затачиваются на конус. После этого угли фитилятся, сушатся, чистятся на карборундовых камнях и идут в омеднение. Омедненные электро-



изготовления углей Экстра-эффект К и КС.

угли сушатся в сушильных шкафах и, наконец, чистятся проволочными щетками, после чего изделие готово.

Отходы и их использование

1. В первой стадии производства электроуглей Экстра-эффект К и КС отходы получаются при прессовке стержней круглого диаметра из искусственной массы. Эти отходы возвращаются обратно в бегуны,

штампуются в куличи, из которых затем опять прессуются стержни искусственной массы.

2. Брак при прессовке во второй стадии возвращается в бегуны и идет обратно в массу Экстра-эффект К и КС. Ошурки же, остающиеся от массы на поршне массного цилиндра, идут на изготовление нулевых куличей для элементных углей.

3. Брак обожженных электроуглей и обруб этих углей под названием брака осветительных углей идет на производство этих же углей в качестве одного из компонентов.

Производство фитиля для углей марок Экстра-эффект К и КС

В состав фитиля этих электроуглей входят:

1) брак осветительных углей, который проходит следующую обработку, чистится, размалывается на шаровой мельнице с ситом 200/143 меш и просеивается на сеялке Ясса через сито 175/80 меш;

2) фтористый церий; просеивается вручную через сито 150 меш.

После этой обработки брак осветительных углей смешивается с фтористым церием в «пьяном» барабане в течение 90 мин., после чего полученная смесь в мешалках типа Бернер-Пфлейдерер смешивается с жидким калиевым стеклом в течение 35 мин., и фитильная масса готова к фитилению электроуглей марок Экстра-эффект К и КС.

Производство электроуглей марки Экстра К

Электроугли марки Экстра К изготовляются из чистых углеродистых материалов (без примесей солей) и вырабатываются с фитилем и без фитиля. Диаметр фитиля равен $^1/_4$ наружного диаметра угля. Угли этой марки применяются для кинопроекционных ламп постоянного тока, а мелкие размеры этих углей применяются в лампах для микроскопов, осциллографов и т. п.

На положительном полюсе лампы всегда устанавливаются угли с фитилем, для отрицательного же полюса пользуются преимущественно углем гомогенным, т. е. без фитиля.

При повышенных плотностях тока применяются угли той же марки, но только с омедненной поверхностью. Эти угли горят спокойно сильным, ровным, белым светом, не оставляя на экране теневых пятен.

Угли изготовляются при диаметре от 5 до 12 *мм* включительно длиной 120, 160 и 250 *мм*, при диаметре от 13 до 16 *мм* включительно — длиной 160 и 250 *мм* и при диаметре более 18 *мм* — длиной 350 *мм*. Электроугли марки Экстра К производятся в одну стадию.

Рецептура электроуглей

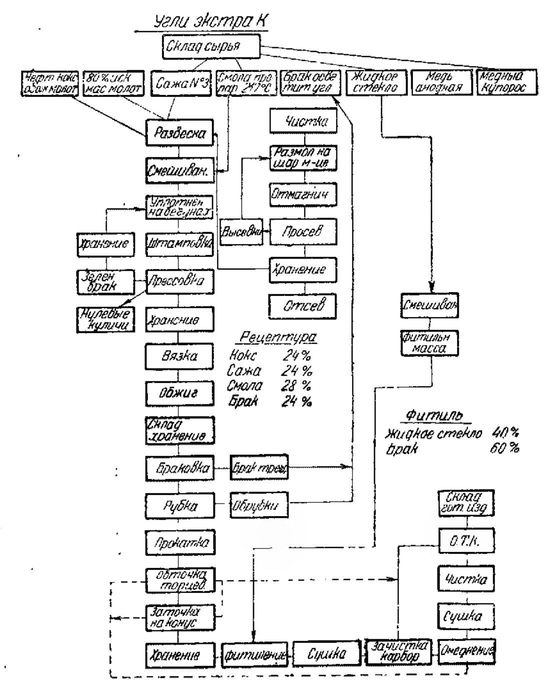
1.	Нефтяной кокс обожженный	24%
2.	Сажа № 3	24%
3.	Смола препарированная	28%
4.	Брак осветительных углей	24%
		100%

Рецептура фитиля

1.	Жидкое калиевое стекло	40%
2.	Брак осветительных углей	60%
		100%

Технологический процесс (фиг. 36)

Компоненты электроуглей марки Экстра К — нефтяной кокс, сажа, смола, брак осветительных углей — предварительно обрабатываются следующим образом:



Фиг. 36. Схема технологического процесса изготовления углей Экстра К.

Нефтяной кокс чистится, дробится и обжигается при температуре 1 480°. Обожженный нефтяной кокс размалывается на шаровой мельнице с ситом 200 и 143 меш и просеивается на сеялке Ясса через сито 175, 80 и 50 меш.

Смола препарируется при 217°, а брак осветительных углей обрабатывается аналогично тому, как описано в технологическом процессе производства углей марок Экстра-эффект К и КС.

Нефтяной кокс, обожженный и размолотый, смешивается с сажей и смолой в мешалке Вернер-Пфлейдерер в течение 60 мин. при температуре 80—90°. Дальше идет уплотнение на бегунах в течение 60 мин. при температуре 80—90°, и после этого на штамповальных молотах масса сбивается в куличи. Затем идет прессовка изделий, хранение их в течение 24 час. на стеллажах, вязка в пачки и обжиг при температуре 1 480° в печах Мендгейма. Обожженные изделия отбраковываются, рубятся под размер, прокатываются для определения кривизны и обтачиваются в торцы. Следующей операцией производства углей Экстра К является фитиление, сушка в сушильных шкафах и зачистка на карборундовом камне. После этого угли омедняются, просушиваются после омеднения, чистятся проволочными щетками, чем и заканчивается процесс производства электроуглей марки Экстра К.

При производстве этих электроуглей получаются отходы, аналогичные отходам углей марок Экстра-эффект К и КС и аналогично используемые.

Производство фитилей для осветительных электроуглей марок КС, Экстра-эффект К и Экстра К

Осветительные электроугли КС и Экстра-эффект К фитилятся жидкой фитильной массой способом, изложенным ниже.

Фитиль электроуглей марки КС изготовляется по следующей рецептуре:

Рецептура фитиля

1. Нефтяной кокс	33,3%	(16,7% помола 200 меш и 16,7% помола 150 меш)
2. Фтористый церий	33,4%	
3. Жидкое калиевое стекло . .	33,3%	
	100%	

Технологический процесс производства (фиг. 37)

Перед смешением компоненты фитиля угля КС подвергаются следующей предварительной обработке:

1. Нефтяной кокс чистится, дробится, обжигается при температуре 1 480°, размалывается на шаровой мельнице с ситом 143/80 меш (мельница 143 меш, сеялка 80 меш), отмагничивается и просеивается на сите 200 меш.

Порошка нефтяного кокса помолом в 200 меш берется 16,7%, столько же нефтяного кокса берется с помолом 150 меш. Помол в 150 меш получается из высевок нефтяного кокса на сите 200 меш. Нефтяной кокс, таким образом, входит в фитиль разной крупизны: часть с помолом в 200 меш и часть с помолом в 150 меш.

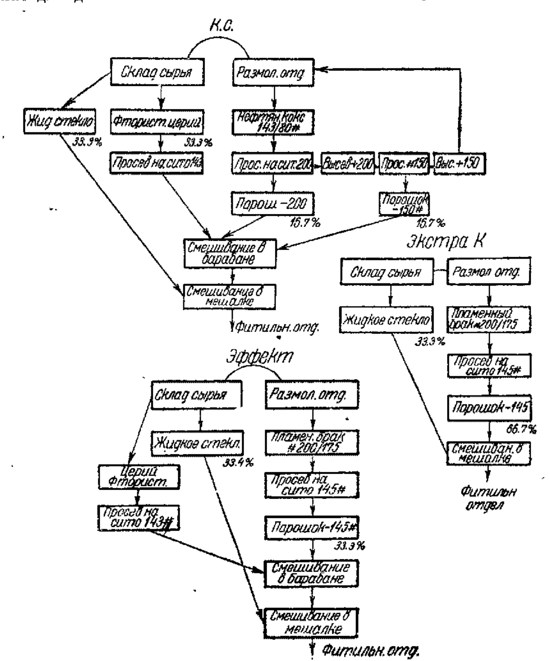
Фтористый церий просеивается вручную через сито 143 меш.

Обработанные таким образом нефтяной кокс и фтористый церий смешиваются в смесительном («пьяном») барабане в течение 90 мин. Полученная смесь смешивается в небольшой мешалке типа Вернер-Пфлейдерер с жидким калиевым стеклом в течение 30 мин., и фитильная масса готова для фитиления электроуглей КС.

Отходы и их использование

Отходы, получающиеся после просева нефтяного кокса через сито 200 меш, просеиваются через сито 150 меш, и полученный таким путем порошок 150 меш идет в качестве одного компонента фитильной массы.

Остаток (высев) нефтяного кокса 150 меш идет в размолочное отделение для дальнейшего помола на более мелкий порошок.



Фиг. 37. Схема технологического процесса изготовления фитилей для углей КС, Экстра-эффект К и Экстра К.

Фитиль электроуглей марки Экстра-эффект К

Рецептура фитиля

1. Брак осветительных (пламенных) электроуглей . . 33,3%
2. Фтористый церий 33,3%
3. Жидкое калиевое стекло 33,4%

100%

Технологический процесс (фиг. 37)

Предварительная обработка компонентов фитиля происходит следующим образом:

1. Брак осветительных (пламенных) электроуглей чистится, размалывается на шаровой мельнице с ситом 200 меш, просеивается на сеялке Ясса через сито 145 меш, после чего порошок брака осветительных электроуглей готов для смешения.

2. Фтористый церий просеивается вручную через сито 143 меш.

Порошок брака осветительных углей перемешивается с фтористым церием в смесительном («пьяном») барабане в течение 90 мин. Затем к смеси сухих порошков прибавляется жидкое стекло, и перемешивание полученной массы происходит в мешалке типа Бернер-Пфлейдерер в течение 35 мин. Этим заканчивается производство фитильной массы для электроуглей марки Экстра-эффект К.

Фитиль электроуглей марки Экстра К

1. Брак осветительных углей .	66,7%
2. Жидкое калиевое стекло . .	33,3%
	100%

Отходы и их использование

Пламенный брак осветительных углей чистится, размалывается на шаровой мельнице с ситом 200 меш, просеивается на сеялке Ясса через сито 145 меш и смешивается в мешалке типа Бернер-Пфлейдерер с жидким калиевым стеклом в течение 30 мин., после чего масса готова к фитилению электроуглей марки Экстра К.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЩЕТОК

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электрощетка является деталью электрической машины, с помощью которой осуществляется отвод электрического тока с вращающихся частей динамомашины во внешнюю цепь, или наоборот, электрический ток линии через неподвижные электрощетки поступает на вращающийся коллектор или кольцо электрической машины.

Нормальная работа электрических машин во многом зависит, с одной стороны, от качества электрощеток, а с другой — от правильной установки их. Эта небольшая деталь электромашины во многих случаях имеет решающее значение для работы самой машины, а следовательно, и для всего предприятия, пользующегося электроэнергией. Вот почему на качество электрощеток в процессе их производства необходимо обращать сугубое внимание.

Прежде чем перейти к описанию современных технологических процессов производства электрощеток на заводе «Электроугли», необходимо дать несколько исторических справок по производству щеток в СССР.

Из сравнения таблиц, приведенных ниже, видно, что, начиная с 1913 г. до настоящего времени, ассортимент марок электрощеток, изготовляемых заводом «Электроугли», претерпел существенные изменения, причем изменения эти идут в сторону сокращения марок. Так, если в 1913 г. угольных электрощеток было шесть марок, то в настоящее время из угольных электрощеток остались только две марки.

Шесть марок угольных щеток, выпускаемых в 1913 г., судя по каталогу, давали большую возможность удовлетворять различные требования потребителя, чем в настоящее время, когда завод выпускает только две марки твердых щеток вместо прежних шести. В наших условиях двумя марками нельзя удовлетворить все требования, предъявляемые со стороны потребителя, так как эти требования часто очень различны благодаря многообразию типов машин и увеличению числа различных конструкций современных машин. Наши две марки угольных щеток приспособлены к обслуживанию немногочисленных типов электрических машин; в то же время они применяются и на машинах, которым они не соответствуют, что естественно вызывает ряд недочетов в работе этих машин, а значит, и недовольство потребителей угольными щетками, изготовляемыми в настоящее время.

Угольные щетки для постоянного тока

Годы	Твердые марки					Среднетвердые марки				Мягкие марки			
1913	1	Т	Т-5	Т-10	7	А	А-1	А-2	А-3	В	В-1	В-2	
	Угольные					Угольно-графитные		Графитные					
1925		Т Твердые			7 Средней твердости	А	А-1 Твердые	А-2 Твердые		В Средней твердости		В-2 Мягкие	
1928		Т			7	А	А-1	А-2		В		В-2	ВО
	Угольные твердые					Полутвердые полуграфитные		Графитные мягкие					
1930		Т-1			Т-2	А		А-2		В		В-2	
1931		Т-1			Т-2	А		А-2		В		В-2	ВС
1935		Т-4			Т-2	Г-1		Г-2		Г-3			Г-4

С 1913 г. число марок полуграфитных, или угольно-графитных, щеток сократилось с двух до одной, графитных — с пяти до трех, а медно-угольных — с шести до трех. Напротив, щетки медно-графитные появились в производстве в 1916 г. в виде одной марки, а в настоящее время их имеется пять марок.

По данным каталогов, выпущенных в 1913, 1928, 1930, 1931 и 1935 гг., можно проследить изменение ассортимента щеток. Нижеприведенная таблица характеризует это изменение.

Медно-угольные и бронзо-угольные электрощетки

Годы	Медно-угольные щетки						Бронзо-угольные		
1913	М	М-1	М-2	М-3	М-4	М-5	В	ВВ	
1925		М-1			Мягкие М-4				Медно-графитные МГ
1928		М-1			М-4				МГ
1931		М-1			М-4				МГ
1923		М-1			М-4		БГ (бронзо-графитные)		МГ-1, 2, 3, 42—120
1934		М-4			М-1		ГГ		МГ-1, 2, 3, 42—120

2. ПРОИЗВОДСТВО УГОЛЬНО-ГРАФИТНЫХ ЭЛЕКТРОЩЕТОК

а) ПРОИЗВОДСТВО ЩЕТОК МАРКИ Т в 1927, 1929, 1930 гг.

Электрощетка марки Т представляет собой твердую угольно-графитную щетку с высоким удельным и переходным сопротивлением. Применяется на коллекторах электрических машин постоянного тока, главным образом при напряжении в 220 *в* и выше и переменного тока при напряжении в 110—440 *в*. Широкое применение имеет на тяговых двигателях, работающих при тяжелых условиях коммутации, на машинах без добавочных полюсов, в крановых двигателях, в двигателях для подъемников, двигателях для прокатных станов, компрессоров, шахтных и рудничных двигателях при напряжении выше 80 *в*, на одноякорных преобразователях со стороны постоянного тока, а также на коллекторных двигателях переменного тока (ВЭТ, Каталог РИ № 2, 1934 г.).

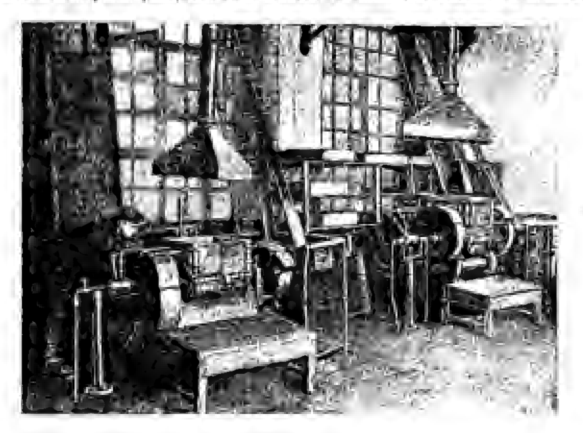
По рецепту 1927 г. щетка Т изготовлялась в три стадии.

Первые стадии технологического процесса производства марки Т

Рецептура щетки Т

	1927 г.	1929 г.
1. Нефтяной кокс	100 кг	100 кг
2. Курейский графит[1] . . .	25 „	20 „
3. Сажа	7 „	0 „
4. Пек каменноугольный . .	26 „	25 „
5. Смола препарированная .	10 „	12 „

Так как на прокаливании сырья и размола мы подробно останавливались в первых разделах этой книги, то описание технологического



Фиг. 38. Мешалки щеточного цеха завода «Электроугли».

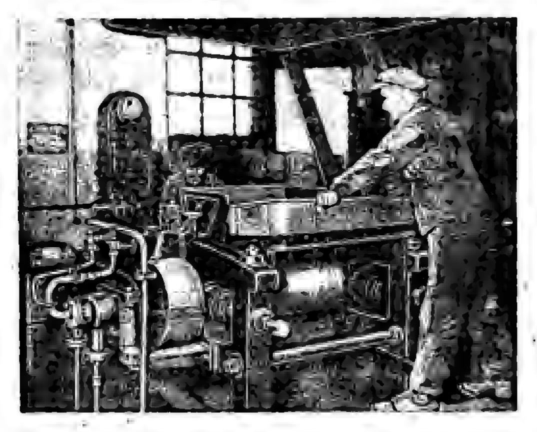
процесса производства марки Т 1929/30 г. начнем более подробно с операции смешения (фиг. 38).

Загруженные в мешалку в указанных соотношениях материалы размешиваются в течение 3,5 час. При этом первыми загружаются сухие порошки, которые около 20—30 мин. мешаются одни, и только после этого в мешалку добавляются следующие материалы. После загрузки связующих мешалка закрывается крышкой, и масса в закрытой мешалке перемешивается 2 часа. Последний час мешалка работает со снятой крышкой. Во все время работы мешалка при помощи паровой рубашки обогревается паром, и температура массы, загруженной в мешалку, достигает 120—130°.

[1] В архиве завода сохранилось указание, что в 1925 г. щетки марки Т изготовляли из ретортного графита.

Обработанная в меланже масса выгружается в железные ящики, в которых и доставляется к вальцам (фиг. 39). Валы вальцов предварительно разогреваются паром. Промешанная масса через вальцы пропускается два раза, после чего она немедленно, чтобы не остыла, доставляется к фрикционному штамповальному молоту, на котором масса обивается в болванки (куличи) диаметром 250 мм и длиной 600 мм.

Куличи после сколачивания, сейчас же или через некоторый промежуток времени (в зависимости от загрузки в данное время меланжа и вальцов), поступают для прессовки в массный цилиндр горизонтального гидравлического пресса, мундштук которого обогревается при помощи паровой рубашки.



Фиг. 39. Загрузка вальцов.

Из пресса масса выдавливается стержнями размерами в диаметре 75 мм и длиной 1 000 мм. Эти стержни передаются в печной цех, где загружаются в шамотовые тигли и засыпаются угольной крупкой (засыпкой). Тигли с запакованными в них стержнями из щеточной массы помещаются в камеры газовых печей системы Мендгейма для обжига при температуре 1 450°. Обжиг продолжается от 14 до 16 дней.

Обожженные стержни из массы щеток марки Т размалываются на шаровых мельницах с ситом 125—160 меш на линейный дюйм. Полученный на шаровых мельницах порошок обрабатывается дополнительно на жерновах следующим образом: порошок смешивается с водой до кашеобразного состояния и пропускается через жернов до 4—6 раз под ряд. Размол на жернове ведется до тех пор, пока помол не будет доведен до состояния пудры. Готовность порошка определяется по

ощупь. Полученная после помола на жерновах масса загружается в деревянные ящики слоем около 40—50 *мм* толщиной и сушится на печи сушильных барабанов. Обработанный таким образом материал марки Т путем мокрого помола на жерновах называется порошком первой стадии. Этой операцией заканчивается процесс производства первой стадии (электрощетки марки Т).

Первой стадией достигается достаточно хорошее уплотнение угольной массы и обогащение массы пековым коксом, образующимся в процессе обжига связующего вещества (коксование смолы).

Вторая стадия. Для составления массы второй стадии марки Т в мешалку загружаются следующие материалы:

Рецептура

	1927 г.	1929 г.	1930 г.
1. Масса первой стадии	60 *кг*	90 *кг*	120 *кг*
2. Щеточный брак марки Т	60 „	30 „	—
3. Бензол[1]	10 „	12 „	12 „
4. Пек каменноугольный	23,5 „	23 „	23 „
5. Смола препарированная	6,7 „	12 „	12 „

Операции второй стадии: размол щеточного брака, смешивание, вальцовка, штамповка, прессовка на горизонтальном прессе пластин 10 × 30 и 10 × 40, сушка в сушильных барабанах, размол на шаровых мельницах без сита, вторая сушка в сушильных барабанах для удаления летучих и бензола, размол.

Разберем более подробно перечисленные операции второй стадии технологического процесса производства электрощеток марки Т. Материалы, указанные в рецептуре второй стадии, загружаются в мешалку и размешиваются столько же времени, сколько и в первой стадии. Из мешалки масса, как и в первой стадии, поступает на горячую вальцовку, с последней на штамповальный фрикционный молот и далее на горизонтальный гидравлический пресс, мундштук которого обогревается. Масса выдавливается плитками размером 10 × 50 *мм*. Плитки эти, носящие в производстве название пряников, ломаются на куски длиной 50—60 *мм* и загружаются на 22 часа в сушильный барабан для сушки. Одновременная загрузка пряников в сушильный барабан не превышает 100 *кг*. Температура барабана повышается примерно в течение 7—10 час. от 40—50° (температура загрузки) до 160°, и при такой температуре масса сушится в течение 8—10 час. Загрузка в барабан производится только после тщательной очистки барабана от остатков ранее высушенной массы, если только эта масса была иной марки, чем масса марки Т.

Выгруженная из сушильных барабанов масса поступает на шаровую мельницу, у которой снята одна рамка с мелким ситом. Из шаровой мельницы поэтому масса преимущественно выходит величиной с кедровый орех и меньше. Размолотая масса снова загружается в сушильный барабан, где и сушится в течение того же времени, как и первый раз, и при том же температурном режиме.

Из сушильных барабанов масса опять поступает на шаровую мельницу с ситом 125 и 150 меш на линейный дюйм. Полученный таким пу-

[1] Бензол применяется как растворитель смолы для лучшего перемешивания.

...м порошок носит название порошка второй стадии марки Т. На этом заканчивается вторая стадия технологического процесса производства электрощетки марки Т.

При наличии достаточного количества щеточного брака последний используется в производстве, причем добавление его производится во второй стадии, и тогда рецептура меняется, а именно вместо 120 *кг* порошка первой стадии в мешалку загружается только 90 *кг* этого порошка, а остальные 30 *кг* вводятся в виде молотого щеточного брака марки Т. При этом брак должен пройти такую же обработку на жерновах, как и порошок первой стадии.

Третья стадия. Для составления массы третьей стадии марки Т в мешалку загружаются следующие материалы:

Рецептура щетки Т

	1927 г.	1929 г.
1. Порошок второй стадии	100 *кг*	120 *кг*
2. Варевая смола	18 „	19 „

Операции третьей стадии: смешение, вальцовка три раза, размол, просев, прессовка на вертикальном прессе в закрытую матрицу, обжиг при температуре 1 480°.

Указанный материал в рецептуре третьей стадии смешивается в горячей мешалке в течение времени, указанного для первой и второй стадий, затем три раза проходит через вальцовку. После этого в течение 16—20 час. остается в ящиках.

Остывший материал размалывается на шаровых мельницах и пропускается через сеялку кроватного типа. На этом заканчивается третья стадия обработки массы для электрощеток марки Т.

Из этого порошка в закрытых штампах на вертикальных прессах производится прессовка щеток под размер согласно заказу. Спрессованные электрощетки обжигаются в печном цехе в печах Мендгейма при температуре 1 480°. Обжигом заканчивается производство полуфабриката щеток, и дальше этот полуфабрикат идет в механическую обработку.

В 1929 г. марку Т заменяли маркой № 7. Марка эта отличалась от изготовляемой в настоящее время марки Т-1 только тем, что в третьей стадии марка № 7 прессовалась на горизонтальном прессе, тогда как марка Т-1 прессуется на вертикальном. Марка № 7 выходила хорошего качества, но только небольших размеров.

б) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ Т-1 (Т)[1]

В 1930 г. завод приступил к производству одностадийной марки Т-1; этот рецепт применяется и в настоящее время.

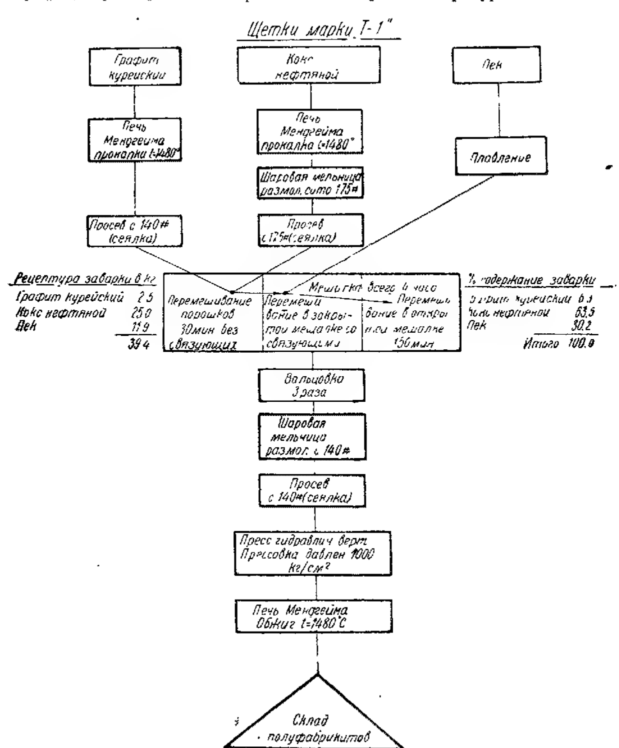
Рецептура марки Т-1

1. Графит курейский	2,5 *кг*	6,3%
2. Кокс нефтяной	25 „	63,5%
3. Пек каменноугольный	11,9 „	30,2%

[1] В скобках как здесь, так и дальше указаны старые обозначения марок, в настоящее время на электроугольном заводе неприменяемые, но сохранившиеся еще в обиходе электромашиностроительных заводов.

Операции технологического процесса марки Т-1 (фиг. 40)

Для производства электрощеток марки Т-1 берется курейский графит, предварительно прокаленный при температуре 1 480° и



Фиг. 40. Схема технологического процесса изготовления щеток Т-1.

просеянный через сеялку с ситом 140 меш, смешивается в мешалке с нефтяным коксом, который также предварительно прокален при температуре 1 480°, размолот на шаровой мельнице с ситом 175 меш и просеян на сеялке с ситом 175 меш. В течение 30 мин. сухие по-

рошки курейского графита и нефтяного кокса перемешиваются в закрытой мешалке. После этого в эту смесь вводится плавленый каменноугольный пек, и смешение продолжается в закрытой мешалке в течение часа.

Затем крышка снимается, и смесь в открытой мешалке продолжает перемешиваться еще в течение $2^1/_2$ час. Смешение порошков и связующего продолжается 4 часа.

Промешанная указанным способом смесь идет на вальцовку, где и вальцуется три раза. С вальцов заварка после полного остывания поступает на размол в шаровую мельницу с ситом 175 меш. Размолотая смесь с шаровой мельницы поступает на сеялку для просева через сито 175 меш. После просева на сеялке смесь считается готовой, и она поступает в прессовое отделение для прессовки из нее электрощеток марки Т-1. Прессовка производится на гидравлических прессах под давлением 1 200 *кг/см²*.

Спрессованные щетки поступают для обжига в печи Мендгейма при температуре 1 480°. Процесс обжига продолжается в течение 14—16 суток.

Механические и электрические свойства щеток марки Т-1:

1. Твердость по Шору . . . . 50—70
2. Удельное электрическое сопротивление . . 40—60 *ом·мм²/м*
3. Контактное (переходное) падение напряжения . . . . очень высокое[1]
4. Допускаемая плотность тока . . . . 4,5 *а/см²*
5. Коэфициент трения . . . . высокий[2]
6. Допускаемая линейная скорость . . . . . 10 *м/сек*
7. Удельное нажатие . . . . 240—320 *г/см²*

в) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ Т-2

Рецептура щетки Т-2

1. Нефтяной кокс	5 *кг*	7%
2. Курейский графит	35 „	49,2%
3. Сажа	6 „	3,5%
4. Пек каменноугольный	20 „	28,3%
5. Смола	5 „	7%

Из рецептуры видно, что марка Т-2 больше — графитная, чем угольно-графитная, и по составу близка к электрощетке марки Г-1.

Операции технологического процесса производства марки Т-2 (фиг. 41)

Курейский графит, так же как и в марке Т-1, предварительно прокаливается при температуре 1 480°, просеивается через сито 175 меш и смешивается с нефтяным коксом, прокаленным при температуре

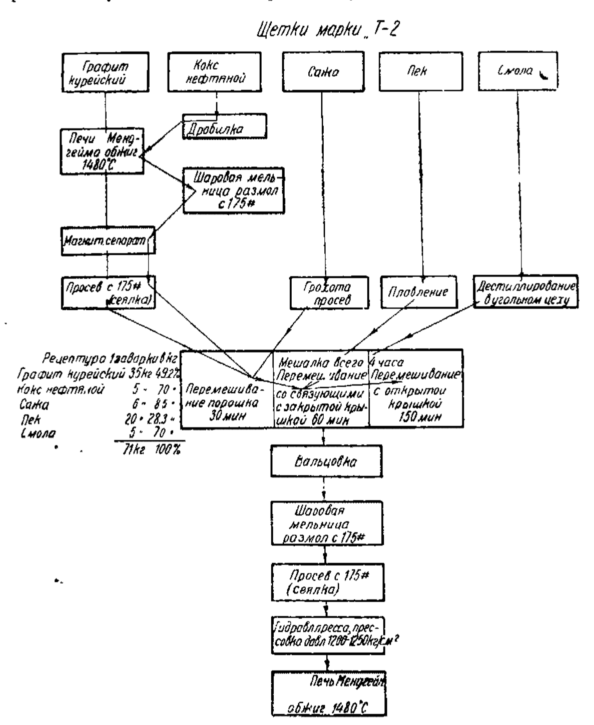
[1] Переходное падение напряжения:

Низкое	до 0,6 *в*
Среднее	от 0,6 „ 1,2 „
Высокое	„ 1,2 „ 1,7 „
Очень высокое	„ 1,7 и выше

[2] Коэфициент трения:

Низкий	до 0,25
Средний	от 0,25 „ 0,40
Высокий	„ 0,40 и выше

1 480°, пропущенным через шаровую мельницу с ситом 175 меш и просеянным через сито 175 меш. В эту смесь курейского графита и нефтяного кокса вводится сажа, просеянная предварительно через грохот. Полученная смесь из трех вышеуказанных компонентов сме-



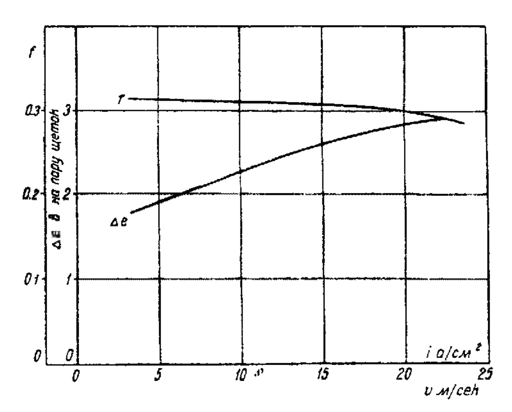
Фиг. 41. Схема технологического процесса изготовления щеток Т-2.

шивается в сухом виде в мешалке в течение 30 мин. После этого в мешалку вливается плавленый пек и препарированная смола, и перемешивание сухих порошков со связующим в закрытой мешалке продолжается в течение 60 мин. Дальше крышка мешалки открывается, и смешение продолжается еще $2^1/_2$ часа. Затем последуют те же опе-

рации что и при изготовлении щетки марки Т-1, только с той разницей, что смесь марки Т-2 вальцуется один раз, а не три, как при изготовлении марки Т-1. Кроме того, прессовка марки Т-2 происходит при давлении в 2 500 $кг/см^2$ вместо 1 200 $кг/см^2$ при производстве марки Т-1.

Механические и электрические свойства щетки марки Т-2:

1. Твердость по Шору . . . . 40—55
2. Удельное электрическое сопротивление . . 40 – 60 $ом \cdot мм^2/м$
3. Переходное падение напряжения Δe . . . высокое (фиг. 42)
4. Рекомендуемая плотность тока . . . . . . 5,5 $а/см^2$
5. Рекомендуемое удельное нажатие . . . . . 240—320 $г/см^2$
6. Коэфициент трения f . . . . высокий (фиг. 42)
7. Допускаемая линейная скорость . . . . . 12 м/сек



Фиг. 42. Характеристики щеток Т-2.

Применяется электрощетка марки Т-2 там, где применяется и щетка марки Т-1. Марка Т-2 освоена в 1932 г. и состоит в основном из графита, в то время как щетка марки Т-1 — из нефтяного кокса. Марка Т-2 мягче марки Т-1. На фиг. 43 изображен микрошлиф щетки Т-2.

3. ПРОИЗВОДСТВО ГРАФИТНЫХ ЭЛЕКТРОЩЕТОК

К группе графитных электрощеток относятся следующие марки: Г-1, Г-2, Г-3, Г-4. Эти марки установлены стандартом ВЭТ № 1, 1934 г. До утверждения стандарта было пять марок графитных щеток. В при-

веденной ниже таблице видно, какие марки завода «Электроугли» соответствуют стандарту:

Марки по стандарту	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4
Марки завода „Электроугли"	А	А-2	В и В-2	ВС

а) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК Г-1 (А)

Эта марка имеет следующие механические и электрические свойства:

1. Твердость по Шору . . . . 35—50
2. Удельное электрическое сопротивление . . 30—45 *ом·мм²/м*
3. Переходное падение напряжения . . . . . высокое
4. Рекомендуемая плотность тока . . . . . 6 *а/см²*
5. Рекомендуемое удельное нажатие . . . . 200—240 *г/см²*
6. Коэфициент трения . . . . высокий
7. Окружная скорость . . . . 15 *м сек*

Электрощетки марки Г-1 рекомендуются для машин с напряжением 220—230 *в*. Эти щетки могут работать на машинах и с меньшим напряжением, но при условии, чтобы плотность тока не превышала 6 *а/см²*.

Технологический процесс производства электрощеток Г-1 (А)

В настоящее время эта марка изготовляется в одну стадию, но до 1931 г. щетка марки Г-1 (А) изготовлялась в три стадии.

Рецептура щеток, изготовлявшихся до 1931 г. в три стадии:

Первая стадия

	1927 г.	1929/30 г.
1. Графит курейский	100 *кг*	100 *кг*
2. Графит цейлонский	30 „	20 „
3. Сажа	10 „	—
4. Смола препарированная . . .	9 „	11 „
5. Пек каменноугольный	20 „	20 „

Вторая стадия

	1927 г.	1929/30 г.
1. Куличи первой стадии и щеточный брак	100 *кг*	120 *кг*
2. Пек каменноугольный	20 „	30 „
3. Смола	8 „	12 „
4. Бензол	7 „	12 „

Третья стадия

1. Порошок второй стадии . . .	120 *кг*	87%
2. Смола кипяченая до 300° . .	19 „	13%

Технологический процесс производства марки Г-1 (А) в три стадии аналогичен технологическому процессу производства трехстадийной электрощетки марки Т выпуска 1929/30 г. за исключением первой стадии, где технологический процесс у марки Г-1 (А) заканчивается размолом на шаровых мельницах с ситами 125 и 150 меш на линейный дюйм. Дополнительной обработки на жерновах, как это делается при производстве марки Т, марка Г-1 (А) не проходит.

Марка Г-1 трехстадийная отличается от одностадийной той же марки, изготовляемой в настоящее время на заводе, большей твер-



Фиг. 43. Микрошлиф электрощеток марки Т-2 (увеличение в 150 раз).

достью. Рецептура марки Г-1 1929/30 г. в настоящее время восстановлена и применяется на заводе для производства контактов в приборах автоблокировки.

При переходе на производство марки Г-1 в одну стадию из трехстадийного производства выпустили первую и вторую стадии и оставили только третью стадию. Выигрывая на количестве выпускаемых щеток при одностадийном производстве, так как время технологического процесса изготовления электрощетки при этом резко сократилось, в то же время проиграли на качестве щетки.

Технологический процесс производства марки Г-1 1934 г. (фиг. 44)

В настоящее время марка Г-1 изготовляется в одну стадию по следующему рецепту:

1. Курейский графит	40 кг	54,4%
2. Алиберовский графит	9,5 „	12,9%
3. Пек каменноугольный	24 „	32,7%
	73,5 кг	100%

Операции технологического процесса

Курейский и алиберовский графиты предварительно прокаливаются (кальциируются) в больших печах Мендгейма при температуре 1 480°. Прокаленный материал просеивается на сеялке через сито 140 меш и направляется в мешалку, где и перемешивается в сухом виде в течение 30 мин. После этого в мешалку вливают расплавленный пек, и перемешивание продолжается в течение 3,5 час.

Перемешанная масса щетки марки Г-1 после остывания поступает на размол в шаровых мельницах с ситом 175 меш и на просев с ситом тоже 175 меш. Этой операцией заканчивается приготовление массы, и из полученного порошка в закрытом штампе и при давлении 2 000—2 500 *кг/см*² прессуются щетки марки Г-1. Обжигаются щетки в больших печах Мендгейма при температуре 1 480°.

б) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ Г-2 (А-2)

Электрощетка марки Г-2 представляет собой графитную щетку средней твердости, средней проводимости. Применяется в динамомашинах и двигателях постоянного тока при напряжении 110—440 *в*. Кроме того, в некоторых случаях применяется и для тяговых двигателей при хорошей коммутации и средних плотностях тока. Употребляется также на коллекторах возбудителей генераторов переменного тока, для прокатных двигателей небольших мощностей и в качестве контактов в электроаппаратах.

Эта марка в своем составе имеет больше алиберовского графита, чем марка Г-1, и соответственно меньше курейского графита. Марка Г-2 мягче марки Г-1, так как алиберовский графит понижает твердость. Твердость ее 30—45, а Г-1 35—50 по Шору. Удельное электрическое сопротивление марки Г-2 тоже ниже, а именно 24—34 *ом мм*²/*м* вместо 35—50 *ом·мм*²/*м* марки Г-1, рекомендуемая плотность тока для марки Г-2 — 8 *а/см*², т. е. выше, чем у марки Г-1, а рекомендуемое удельное нажатие 160—340 *г/см*² коэфициент трения средний, т. е. от 0,25 до 0,40.

Электрощетка марки Г-2 в 1927—1930 гг. производилась, так же как и марки Г-1, в три стадии, и только в 1931 г. завод перешел на одностадийное изготовление этой электрощетки.

Рецептура щетки Г-2 в 1927—1930 гг.

Первая стадия

	1927 г.	1929/30 г.
1. Курейский графит	100 кг	100 кг
2. Немецкий кристаллический или цейлонский графит	72 „	72 „
3. Пек каменноугольный	43 „	43 „
4. Смола препарированная	36 „	20 „

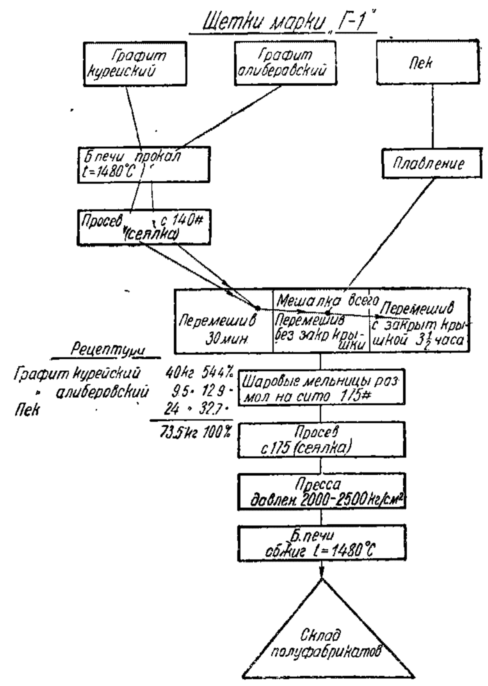
Вторая стадия

	1927 г.	1929 г.
1. Порошок первой стадии	100 кг	29 кг
2. Пек каменноугольный	20 „	30 „
3. Смола препарированная	10,5 „	12 „
4. Бензол	9,5 „	12 „

Третья стадия

	1927 г.	1929 г.
1. Порошок второй стадии	100 кг	120 кг
2. Смола вареная до 300°	18 „	20 „

Операции технологического процесса



Фиг. 44. Схема технологического процесса изготовления щеток Г-1.

Операции технологического процесса производства электрощеток марки Г-2 аналогичны технологическому процессу производства электрощеток марки Т выпуска 1929/30 г. со следующими исключениями: щетки марки Г-2 в первой стадии не имеют обработки на жерновах, а во второй стадии сушка щеточной массы в сушильных барабанах происходит не при температуре 160°, как указано было для электрощеток марки Т и А, а при температуре 120°.

Технологический процесс производства щетки марки Г-2 1934 г. (фиг. 45)

Рецептура щетки Г-2

1. Графит курейский	20 кг	41,2%
2. „ алиберовский	12,5 „	25,8%
3. Пек каменноугольный	16 „	33%
	48,5 кг	100%

Технологический процесс производства электрощетки марки Г-2 тот же, что и для марки Г-1 производства 1934 г.

Переход с трехстадийной обработки щеток на одностадийную обосновывался тем, что основную роль для получения тех или иных механических и электрических свойств электрощеток играет связующее. Важно поэтому связующее ввести в массу в нужном количестве, а как вводится это связующее, т. е. в три стадии или в одну стадию, это при хорошем смешении на качестве щеток не должно было бы отражаться. На основании этих соображений при переходе на одностадийное производство щеток количество связующих сохранилось такое же, какое было и при трехстадийном производстве. При этом связующее берется в пересчете на выход кокса. В настоящее время связующее, каменноугольный пек, вводится в заварку от 30 до 33%. Этот же процент связующих был и при производстве в три стадии.

Физические и электрические свойства щеток марки Г-2:

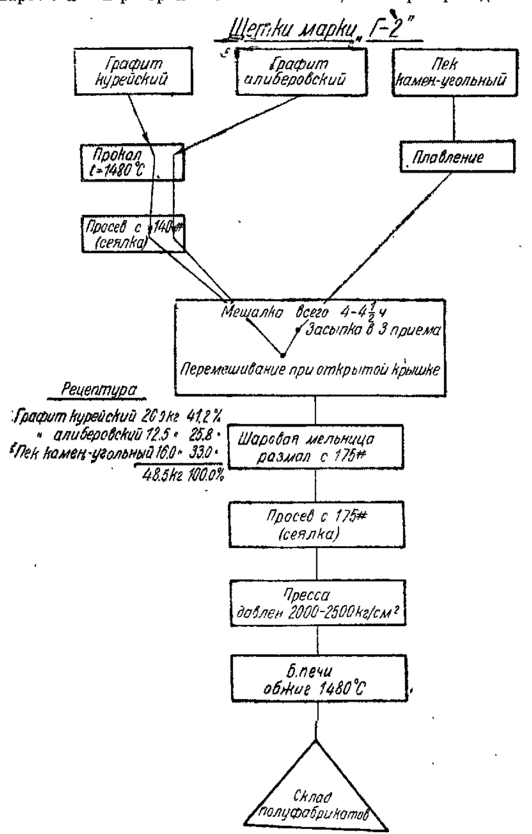
1. Группа	графитные
2. Стандарт ВЭТ № 1	Г-2
3. Старая марка завода „Электроугли“ . . .	А-2
4. Твердость по Шору	30—45
5. Удельное электрическое сопротивление .	24—35 ом·мм²/м
6. Контактное (переходное) падение напряжения	высокое
7. Допустимая плотность тока	8 а/см²
8. Коэфициент трения	средний
9. Допустимая линейная скорость	20 м/сек
10. Удельное нажатие	160—240 г/см²

в) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ Г-3 (В и В-2)

Электрощетка марки Г-3 представляет собой мягкую графитную щетку, обладающую высокой электропроводностью, малым переходным сопротивлением и хорошей шлифующей способностью. Эти щетки могут применяться как на коллекторах электрических машин постоянного тока, так и на кольцах машин переменного тока. При постоянном токе на машинах с напряжением до 220 *в*, на возбудителях турбогенераторов, на коллекторах турбогенераторов постоянного тока при

относительно небольших окружных скоростях, а также на генераторах и двигателях для машин прокатных станов.

Кроме того, они применяются в одноякорных преобразователях, в сварочных генераторах постоянного тока, в генераторах для авто-



Фиг. 45. Схема технологического процесса изготовления щеток Г-2.

тракторного электрооборудования и в качестве контактов; при переменном токе—на кольцах турбогенераторов при относительно небольших линейных скоростях, на кольцах гидрогенераторов и других машин переменного тока. Употребляются также на коллекторных двигателях переменного тока и при небольших токах на кольцах асинхронных двигателей с подъемными и даже постоянно налегающими щетками.

Марка Г-3 заменила собой электрощетки марки В и В-2, которые изготовлялись заводом до 1934 г. и которые по своим механическим и электрическим свойствам мало отличались между собой. Но по последним данным, полученным с электромашиностроительных заводов, выяснилось, что такое объединение отразилось отрицательно на работе машин, пользовавшихся ранее щетками В и В-2.

Электрощетки марки Г-3 обладают следующими механическими и электрическими свойствами:

1. Твердость по Шору	25 — 37
2. Удельное электрическое сопротивление . .	10 — 22 *ом·мм²/м*
3. Переходное падение напряжения	высокое
4. Рекомендуемая плотность тока	10 *а/см²*
5. Рекомендуемое удельное нажатие	120 - 200 *г/см²*
6. Коэфициент трения	средний
7. Окружная скорость	25 *м/сек*

Электрощетки Г-3 обладают более высоким удельным весом, чем Г-2, это зависит от большего удельного веса порошка, применяемого для их производства. Электрощетки Г-3 имеют двухстадийный процесс производства. Так же изготовлялись и щетки марки В и В-2. В 1927—1929 гг. производство этих щеток было также двухстадийное.

Рецептура щеток В и В-2 для 1927, 1929, 1934 гг. приведена в таблице:

Первая стадия

Наименование материала и количество в *кг*	Наименование марки					
	В			В-2		
	Годы					
	1927	1929	1934	1927	1929	1934
1. Графит морганайт (цейлонский) . .	110	120	—	100	120	—
2. „ алиберовский	—	—	120	—	—	120
3. Пек каменноугольный	3	20	20	2	—	—
4. Бензол	7	12	12	9	—	—
5. Канифоль	10	18	18	11	18	18
6. Смола препарированная	20	12	12	—	—	—
7. Денатурат	—	8	12	—	10	12
8. Патока	—	—	—	19	20	—

При производстве электрощеток марок В и В-2 в 1929/30 г. они в первой стадии проходили следующие операции: в горячую мешалку загружались материалы по указанному рецепту, и смешение производилось аналогично тому, как указано было при производстве марки Т.

После смешения масса вальцуется, сушится в барабанах в течение того же времени, как и при трехстадийных марках, но при температуре 180°. Высушенная масса размалывается и повторно сушится при аналогичных условиях, после чего снова размалывается. На этом заканчивается процесс производства щеток марок В и В-2 в первой стадии.

Вторая стадия

Наименование материала	Наименование марки					
	В			В-2		
	Годы					
	1927	1929/30	1934	1927	1929/30	1934
1. Порошок первой стадии в *кг*	120	120	120	100	100	120
2. Смола, кипяченая до 300°, в *кг*	12	12	12	10	10	10

Во второй стадии масса марок В и В-2 производства 1929/30 г. проходит обработку по тем же операциям, что и масса третьей стадии марок Т, Г-1 и Г-2. Полученный порошок после второй стадии прессуется на вертикальных прессах при том же давлении, что и марки Г-1 и Г-2. Обжиг электрощеток марок В и В-2 производится точно так же, как и в трехстадийных марках, описанных раньше.

Рецептуры марок В и В-2 с 1930 г. претерпели следующие изменения: было признано, что коксующая способность патоки и канифоли ничтожна, а поэтому патока как связующее после 1930 г. была изъята из рецептуры щеток В-2, а в 1934 г. из рецептур В и В-2 была изъята и канифоль. В настоящее время на заводе в качестве связующего применяется только каменноугольный пек и каменноугольная смола. Потребность в денатурате как растворителе канифоли также отпала.

В настоящий момент рецептура и технологический процесс производства электрощеток марки Г-3 следующие (фиг. 46 и 47).

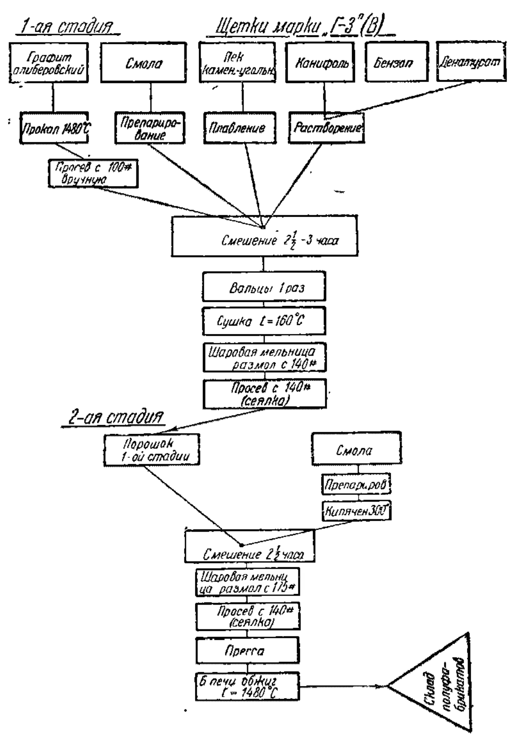
Первая стадия

Рецептура

1. Алиберовский графит . . . . . . 120 *кг*
2. Смола препарированная . . . . . 12 „
3. Пек каменноугольный . . . . 20 „
4. Бензол . . . . 12 „

Операции технологического процесса в первой стадии производства марки Г-3: графит алиберовский, предварительно прокаленный при температуре 1 480°, просеивается на сеялке через сито 140 меш и вместе с препарированной смолой и расплавленным каменноугольным пеком закладывается в мешалку, куда сразу вливается и бензол. Смешение происходит 2,5 часа при закрытой мешалке и 1 час с открытой крышкой.

После смешения заварка идет на вальцы. Вальцуется она один раз. Провальцованная масса сушится в сушильных барабанах в течение 24 час. при температуре 180°, а затем идет на размол в шаровых мельницах с ситом 200 меш. После размола масса просеивается на сеялке через сито 175 меш.

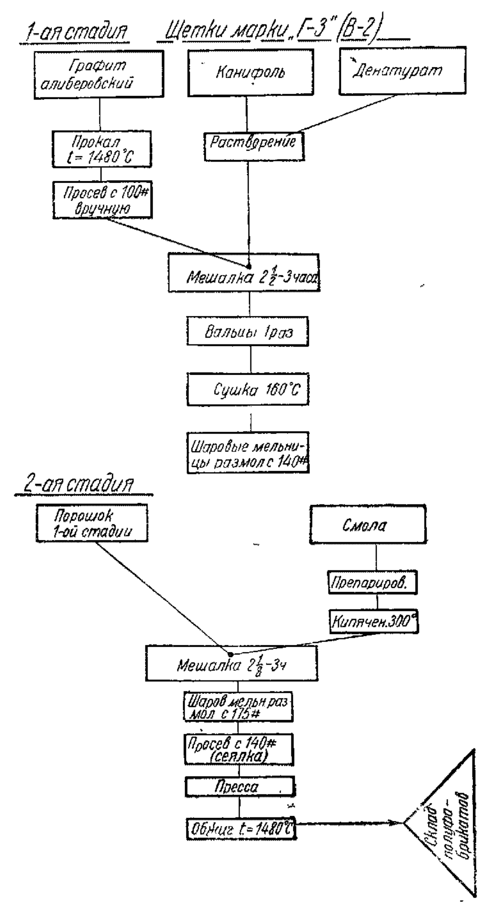


Фиг. 46. Схема технологического процесса изготовления щеток Г-3 (В).

Вторая стадия

Рецептура

1. Порошок первой стадии . . . . . . 120 кг
2. Смола вареная (кипяченая) . . . . 12 „



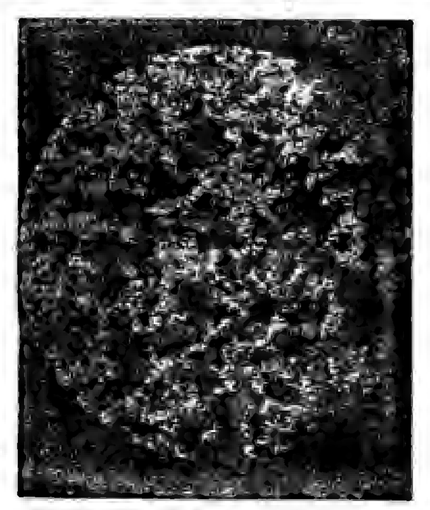
Фиг. 47. Схема технологического процесса изготовления щеток Г-3 (В-2).

Операции технологического процесса второй стадии марки Г-3: порошок первой стадии и смола препарированная и химическая при 300° закладываются в мешалку и смешиваются в течение 2,5 час., из которых 1,5 час. мешается с закрытой крышкой, а 1 час с открытой. После смешения масса идет на шаровые мельницы для размола на сите 176 меш и просеивается на селдне через сито 175 меш. Прессовка щеток производится в закрытой матрице при давлении 2 500 кг/см². Обжиг — при температуре 1 490°. Физические и электрические свойства щеток марки Г-3 приведены на стр. 100.

Микрошлиф и характеристики щетки Г-3 приведены на фиг. 48 и 49.

г) Производство электрощеток марки Г-4 (ВС)

Электрощетка марки Г-4 представляет собой очень мягкую графитную щетку с хорошими смазывающими свойствами. Применяется в большинстве случаев на кольцах генераторов переменного тока при средних линейных скоростях и средних нагрузках. Употребляется также и на возбудителях.



Фиг. 48. Микрошлиф щетки Г-3 (увеличение в 150 раз).

Электрощетка марки Г-4 — сырая щетка, т. е. не подвергается обжигу, а сразу же после прессовки идет в точку и в армировку. Эта марка на заводе «Электроугли» стала производиться после 1930 г.

Рецептура щеток марки Г-4

Алиберовский графит 100%

Технологический процесс производства электрощеток марки Г-4 (ВС) (фиг. 50)

Берется алиберовский графит (непрокаленный) и просеивается вручную через сито 140 меш. Потом графит прессуется, и щетка готова для армировки.

Для большей механической прочности щетки марки Г-4 в последнее время пропитываются бакелитом. После пропитки необходима сушка щетки в сушильных шкафах. Сушка должна производиться медленно во избежание появления трещин в щетке.

Давление при прессовке Г-4 применяется от 1 000 до 3 000 *кг/см²*. Выбор давления зависит от свойств алиберовского графита, крупизны зерна и состояния штампа.

Раньше щетка Г-4 изготовлялась из цейлонского графита. В последнее время производство щетки Г-4 перевели на алиберовский графит. Часто бывает, что алиберовский графит совсем не прессуется. Это может быть объяснено слишком большой зольностью отдельных партий графита.

Крупный графит менее золен. Поэтому, прежде чем пустить графит в производство, его отсеивают. Оставшийся графит после отсева через сито 100 меш дает зольность только 6%, тогда как прошедшая часть имеет зольность 16% и больше.

Большая зольность графита является только одной из причин того, что некоторые партии алиберовского графита не прессуются. Причиной последнего является, повидимому, и величина кристаллов графита.

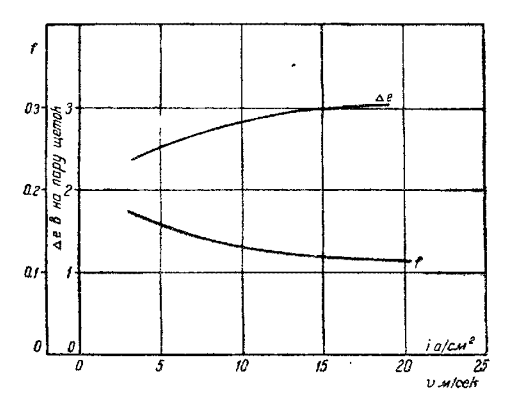
Физические и электрические свойства щеток марки Г-4.

1. Группа	графитные
2. Стандарт ВЭТ № 1	Г-4
3. Старая марка завода „Электроугли"	ВС
4. Твердость по Шору	10 — 18
5. Удельное электрическое сопротивление	10 — 20 *ом · мм²/м*
6. Контактное (переходное) падение напряжения	среднее
7. Допускаемая плотность тока	12 *а/см²*
8. Коэфициент трения	низкий
9. Допускаемая линейная скорость	30 *м/сек*
10. Удельное нажатие	120 — 160 *г/см²*

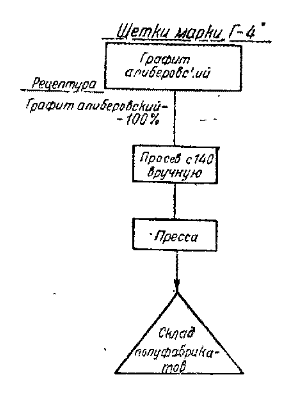
В заключение о графитных щетках нужно отметить следующее: в щетках марок от Г-1 до Г-4 алиберовский графит в процентном отношении увеличивается с 12,9 в марке Г-1 до 100 в марке Г-4. Соответственно этому изменяются и механические и электрические свойства графитных щеток.

4. ПРОИЗВОДСТВО ГРАФИТНО-МЕДНЫХ ЭЛЕКТРОЩЕТОК

К группе графитно-медных электрощеток относятся две марки М-1 (М-4) и М-3 (М-1). Основным сырьем для этих электрощеток яв-



Фиг. 49. Характеристики щеток Г-3.



Фиг. 50. Схема технологического процесса изготовления щеток Г-4 (ВС).

ляется импортный медный порошок. Графитно-медные электрощетки применяются для электрических машин переменного и постоянного тока от 110 до 220 *в*, для стартеров, радиомашин и т. д.

До 1931 г. щетки марки М-1 и М-3 производились по нижеуказанной рецептуре и технологическому процессу. В горячую мешалку загружаются следующие материалы:

Первая стадия

Наименование марки	М-1		М-3	
1. Медный порошок	200 *кг*	50%	100 *кг*	25%
2. Цейлонский графит	—	—	200 „	50%
3. Курейский графит	120 „	30%	—	—
4. Пек	40 „	10%	60 „	15%
5. Смола, препарированная при 240°	14 „	3,5%	22 „	5%
6. Бензол	26 „	6,5%	22 „	5%

После смешения масса вальцуется и сушится в сушильных барабанах при температуре 170°.

Высушенная масса размалывается и повторно сушится при аналогичных условиях, после чего снова размалывается. Этим заканчивается процесс изготовления первой стадии производства щеток марки М-1. При второй стадии в горячую мешалку загружаются следующие материалы и по следующей рецептуре:

Вторая стадия

Наименование марки	М-1		М-3	
1. Порошок первой стадии	180 *кг*	91%	120 *кг*	93%
2. Смола, кипяченая при 300°	12 „	9%	9 „	7%

После смешения масса проходит ту же обработку, что и масса третьей стадии марок Т, А и А-2. Полученный порошок прессуется на вертикальных прессах под давлением 2 000—2 300 *кг/см*². Спрессованные щетки М-1 и М-3 пропитываются смолой и после этого обжигаются в печах Мендгейма при температуре 1 480°.

в) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ М-1 (после 1931 г.)

Электрощетка марки М-1 представляет собой графитно-медную щетку с содержанием меди около 50%. Применяется на кольцах одноякорных преобразователей и на кольцах синхронных электродвигателей. Кроме того, применяется на коллекторах автомобильных стартеров, а также на низковольтных зарядных генераторах и в качестве контактов в аппаратостроении. Производятся электрощетки марки М-1 в две стадии.

Первая стадия

Рецептура

1	Графит курейский	30 кг	18,7%
2.	Графит алиберовский	18 „	11,3%
3.	Смола препарированная	5,6 „	3,5%
4.	Пек каменноугольный	16 „	10%
5.	Бензол	10,5 „	6,5%
6.	Медный порошок	80 „	50%
		160,1 кг	100%

Технологический процесс первой стадии

Курейский и алиберовский графиты, предварительно прокаленные при температуре 1 480° и просеянные на сеялке через сито 140 меш, перемешиваются в мешалке в течение 2,5 час. вместе с препарированной смолой, плавленым каменноугольным пеком, бензолом и медным порошком. Связующее вводится после начала перемешивания сухих порошков. После смешения заварка проходит один раз через вальцовку и поступает в сушильные барабаны на сушку при температуре 160°.

Высушенная масса размалывается на шаровой мельнице с ситом 140 меш и просеивается на сеялке через сито 140 меш. Этим первая стадия марки М-1 заканчивается.

Вторая стадия

Рецептура

1.	Порошок первой стадии	120 кг	93,7%
2.	Смола кипяченая	8 „	6,3%
		128 кг	100%

Технологический процесс второй стадии (фиг. 51)

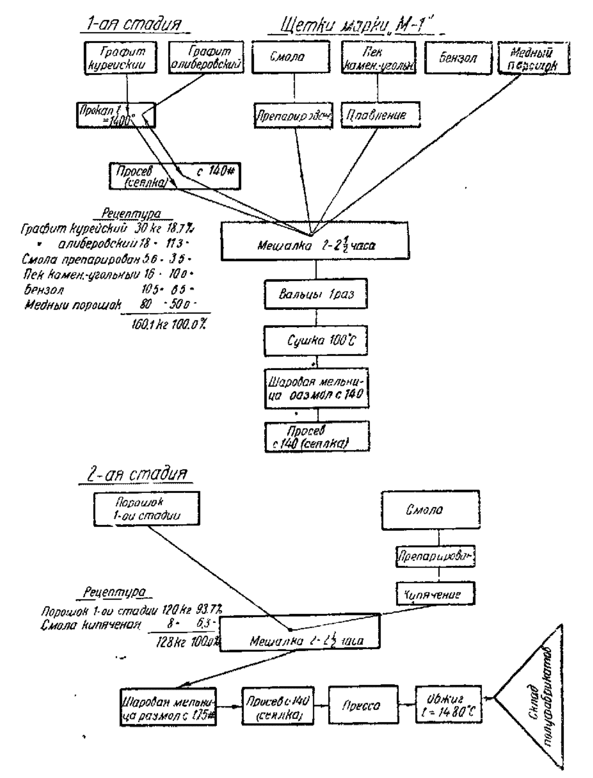
Порошок первой стадии 2,5 часа перемешивается вместе со смолой, предварительно препарированной и прокипяченной. После смешения заварка без сушки направляется на шаровую мельницу с ситом 175 меш, размолотая смесь просеивается на сеялке через сито 140 меш, и заварка готова к прессовке. Спрессованные электрощетки идут в обжиг при температуре 1 480°, после обжига направляются для механической обработки.

Физические и электрические свойства щеток марки М-1

1.	Группа	графитно-медные
2.	Стандарт ВЭТ № 1	М-1
3.	Старая марка завода „Электроугли“	М-4
4.	Твердость по Шору	30—42
5.	Удельное электрическое сопротивление	2—12 *ом·мм²/м*
6.	Контактное (переходное) падение напряжения	среднее
7.	Допускаемая плотность тока	14 *а/см²*
8.	Коэфициент трения	средний
9.	Допускаемая линейная скорость	15 *м/сек*
10.	Удельное нажатие	160 — 200 *г/см²*

б) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ М-3 (М-1)

Электрощетки марки М-3 представляют собой графитно-медные щетки с меньшим содержанием меди, чем М-1. Применяются для



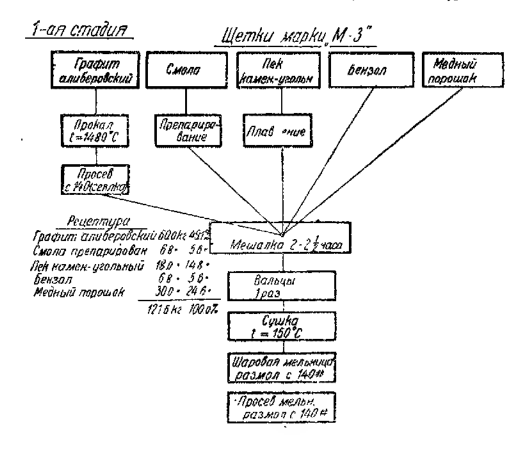
Фиг. 51. Схема технологического процесса изготовления щеток М-1.

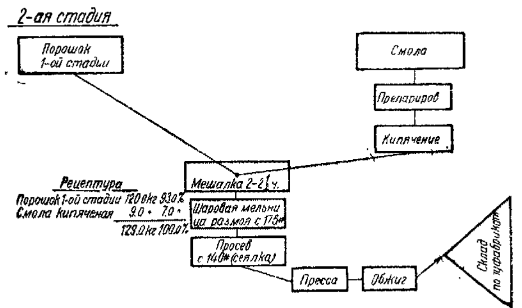
синхронных электродвигателей и в некоторых случаях для низковольтных динамомашин для зарядки аккумуляторов. Производятся эти электрощетки в две стадии.

Первая стадия

Рецептура

1. Графит алиберовский	60	кг	49,1%
2. Смола препарированная	6,8	„	5,6%
3. Пек каменноугольный	18	„	14,8%
4. Медный порошок	30	„	24,6%
5. Бензол	6,8	„	5,6%
	121,6	кг	100%





Фиг. 52. Схема технологического процесса изготовления щеток М-3.

Технологический процесс первой стадии

Графит алиберовский, предварительно прокаленный при температуре 1 480° и просеянный через сеялку с ситом 140 меш, смешивается в мешалке 2,5 часа с препарированной смолой, плавленым каменноугольным пеком, бензолом и медным порошком. После смешения масса проходит однократную вальцовку и сушится в сушильных барабанах при температуре 150°.

Высушенная заварка марки М-3 размалывается в шаровой мельнице с ситом 140 меш, просеивается в сеялке через сито 140 меш, после чего первая стадия обработки электрощеток марки М-3 считается законченной.

Вторая стадия

Рецептура

1. Порошок первой стадии	120 кг	93%
2. Смола кипяченая	9 „	7%
	129 кг	100%

Технологический процесс второй стадии (фиг. 52)

Порошок первой стадии перемешивается в мешалке 2,5 часа вместе со смолой, предварительно препарированной и прокипяченной. Из мешалки масса переходит для размола в шаровую мельницу с ситом 175 меш, просеивается в сеялке через сито 175 меш, и порошок считается готовым для прессовки электрощеток М-3. После прессовки щетки обжигаются при температуре 1 480° и поступают в механическую обработку.

Весь период технологического процесса производства электрощеток марки М-3 продолжается в течение 46 дней, из них 39 дней идет на операции до обжига включительно, а 7 дней — на механическую обработку.

Электрощетки марки М-1 и М-3 в стандарте ВЭТ № 1, 1934 г. отнесены к группе графитно-медных, но вернее электрощетки марки М-1 считать медно-графитными, так как эта марка основным сырьем имеет медный порошок. Марка же М-3 действительно графитно-медная, ибо основным сырьем для этой марки является алиберовский графит.

Физические и электрические свойства щеток марки М-3

1. Группа . . . . графитно-медные
2. Марки:
   Стандарт ВЭТ № 1 . . . . . . М-3
   Старая марка завода „Электроугли“ М-1
3. Твердость по Шору . . . . . . 28—38
4. Удельное электрическое сопротивление . . . . 6—16 *ом·мм²/м*
5. Контактное (переходное) падение напряжения . . . . среднее
6. Допускаемая плотность тока . . 12 *а/см²*
7. Коэфициент трения . . . . . . средний
8. Допускаемая линейная скорость . 20 *м сек*
9. Удельное нажатие . . . . 160—200 *г/см²*

5. ПРОИЗВОДСТВО МЕДНО-ГРАФИТНЫХ ЭЛЕКТРОЩЕТОК

К группе медно-графитных электрощеток относятся четыре марки: МГ, МГ-1, МГ-2 и МГ-3. Медно-графитные щетки производятся двумя способами — мокрым и сухим. Патент на производство электрощеток мокрым способом марок МГ в 1916 г. был куплен заводом за границей и применяется до настоящего времени. Технологический процесс производства электрощеток МГ сухим способом разработан на заводе «Электроугли» в 1932 г.

а) МОКРЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ МГ

Электрощетка марки МГ представляет собой медно-графитную щетку с небольшим содержанием графита и обладает высокой электропроводностью. Она применяется при переменном токе на кольцах синхронных двигателей и на кольцах одноякорных преобразователей. При постоянном токе эти щетки применяются на низковольтных генераторах для электролиза, на автомобильных стартерах, применяются они также в качестве контактов.

Рецептура щетки марки МГ

1. Графит курейский	6 кг	4,4%
2. Медный купорос	100 „	72,4%
3. Цинковая пыль	26 „	18,8%
4. Серная кислота	6 „	4,4%
	138 кг	100%

Технологический процесс (фиг. 53)

Медный купорос, залитый водой, растворяется в окоренке острым паром и через сито 100—120 меш процеживается в реакционную мешалку, в которой вращается винт с лопастями.

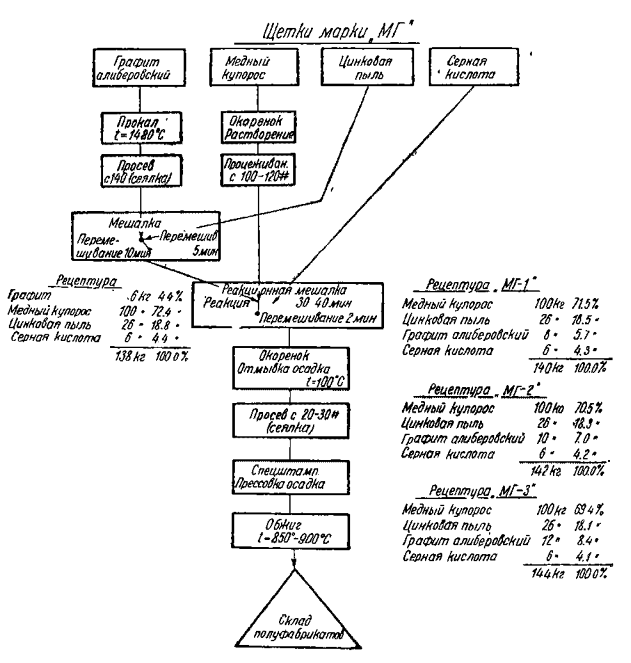
Параллельно с процессом растворения купороса составляется смесь из графита, предварительно прокаленного при температуре 1 480° и просеянного через сито 140 меш, с цинковой пылью. Смесь эта приготовляется следующим образом: графит разбавляется водой, к разбавленному водой графиту прибавляется цинковая пыль, и все это перемешивается 5—10 мин.

В растворенный купорос, находящийся уже в реакционной мешалке, вливается серная кислота, перемешивается 2 мин., и после этого в эту же реакционную мешалку постепенно небольшой струей вливается жидкая смесь из курейского графита и цинка. Реакция в мешалке происходит в течение 30—40 мин. по следующей химической формуле:

$$CuSO_4 + Zn = ZnSO_4 + Cu.$$

Полученная таким путем чистая медь обволакивает со всех сторон крупинки графита, находящегося в реакционной мешалке. В результате реакции образуется медно-графитная масса, состоящая из мельчайших орешков с графитовым ядрышком и медной скорлупой. Эта масса отмывается водой от свободного графита, не принявшего участия в образовании орешков, а также и от цинкового купороса. В мокром виде масса идет на пресса, где из нее прессуются блоки МГ.

В смесь купороса, графита и цинка вводится также и серная кислота, назначение которой следующее: цинковая пыль состоит не только из чистого цинка,—в этой пыли находится еще и окись цинка, вредно влияющая на качество электрощеток марки МГ. Для освобождения массы от окиси цинка и применяется серная кислота, которая, всту-



Фиг. 53. Схема технологического процесса изготовления щеток МГ.

пая в реакцию с окисью цинка, уничтожает окись цинка. Процесс происходит по следующей формуле:

$$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O.$$

При образовании медно-графитной массы купороса берут немного больше, чем нужно для реакции. Это делается с той целью, чтобы цинковая пыль была использована полностью, так как остав-

шаяся неиспользованной цинковая пыль, попадая в электрощетку, вредно влияет на эту электрощетку в качественном отношении.

Замечено, что, чем больше оборотов имеет винт с лопастями в реакционной мешалке, тем больше графита обволакивается медью и, значит, тем больше содержится графита в готовой щетке. Поэтому в последние годы число оборотов винта с лопастями в реакционной мешалке было увеличено, что улучшило качество щеток МГ.

Прессовка. Блоки МГ из мокрой медно-графитной массы прессуются в закрытом штампе. Выжимаемая из массы вода в момент прессовки уходит в очень небольшие щели между матрицей, пижником и верхней пластинкой. Вся вода, видимо, в эти небольшие щели уходить не может, и часть воды остается в блоке, что отрицательно сказывается на качестве блоков МГ.

Обжиг. Спрессованные блоки МГ обжигаются в настоящее время или в электрических печах или в печах Альфа при температуре 900—1 000°. Обжиг происходит в угольной засыпке, служащей, с одной стороны, восстановителем окиси меди, а с другой — угольная засыпка предохраняет блоки МГ от сгорания.

Окись меди появляется благодаря окислению меди в период производства блоков. Восстанавливается медь по следующей формуле:

$$CuO + CO = CO_2 + Cu_2$$

Указанный способ обжига блоков МГ стал применяться лет 5 назад. Раньше обжиг этих блоков производился в водороде в особых цилиндрах, подогреваемых огнем с внешней стороны. Хотя качество щеток при обжиге в водороде было выше, по производительность обжига была очень ничтожна — в сутки обжигали не больше 36 блоков, что заставило перейти на обжиг в печах Альфа или электрических печах без водорода.

При обжиге блоков МГ в среде водорода электрощетки как по твердости, так и по составу массы получались одинаковыми, чего нет в щетках, обжигаемых в печах Альфа. Лучше происходит обжиг в электрических печах, где обжигаются все номерные марки электрощеток МГ. В печах Альфа обжигаются только блоки МГ.

Весь цикл производства щеток марки МГ продолжается в течение 31 суток, из которых 24 дня идет на операции до обжига включительно и 7 дней — на механическую обработку (фиг. 54).

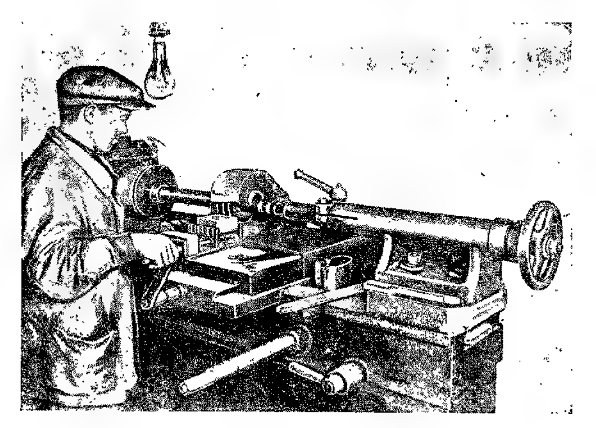
Физические и электрические свойства щеток марки МГ

1. Группа	медно-графитные
2. Марки:	
Стандарт ВЭТ № 1	МГ
Старая марка завода „Электроугли“	МГ
3. Твердость по Шору	6—12
4. Удельное электрическое сопротивление	0,05—0,10 *ом·мм²/м*
5. Контактное (переходное) падение напряжения	низкое
6. Допускаемая плотность тока	25 *а/см²*
7. Коэфициент трения	средний
8. Допускаемая линейная скорость	20 *м/сек*
9. Удельное нажатие	120—150 *г/см²*

Характерные виды брака блоков МГ. Характерными видами брака блоков МГ являются трещины, вкрапления графита и цинка, а также пустоты в теле блока.

Трещины получаются в блоках МГ благодаря недопрессовке их, что объясняется остатком воды в блоках. При быстром подъеме температуры обжига вода, оставшаяся в блоках МГ, после прессовки превращается в пар и разрывает блоки, образуя трещины.

Вкрапления в блоке графита объясняются тем, что графит, не принявший участия в образовании медно-графитной массы, плохо вы-



Фиг. 54. Резка блоков МГ.

мыт из этой массы и во время прессовки попал в состав блока. Этот графит потом выкрашивается и образует рябую поверхность щетки.

Вкрапление цинка в блоках МГ объясняется недостатком медного купороса при реакции образования медно-графитной массы. Неиспользованный цинк обволакивает частицы меди, от чего получается не медный орешек с графитовым зерном, а цинковый горошек с медным или графитовым зерном; который, запрессовываясь в блок, понижает качество последнего, так как создает неоднородность блока МГ.

Кроме того, нередко в блоках МГ после обжига обнаруживаются пустоты, что объясняется тем, что в медно-графитную массу до обжига попали органические вещества, которые во время обжига выгорели, оставляя пустоты.

б) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МГ-1, МГ-2, МГ-3

Технологический процесс производства электрощеток МГ номерных, т. е. МГ-1, МГ-2, МГ-3, ничем не отличается от технологиче-

ского процесса производства электрощеток МГ без номера, поэтому останавливаться на технологическом процессе производства этих щеток нет надобности. Различие между всеми разновидностями электрощеток МГ заключается только в рецептуре, причем компоненты остаются во всех марках без изменения. Изменяется только процентное их содержание, что видно из рецептур марок, помещенных ниже:

Электрощетки марки МГ-1. Электрощетки марки МГ-1 по составу аналогичны марке МГ, но содержат на 10—15% больше графита, чем щетки марки МГ. Применяются МГ-1, главным образом, для автотракторных электрических машин.

Рецептура щетки МГ-1

1. Медный купорос	100 кг	71,5%
2. Цинковая пыль	26 „	18,5%
3. Графит алиберовский	8 „	5,7%
4. Серная кислота	6 „	4,3%
	140 кг	100%

Электрощетки марки МГ-2. Электрощетки марки МГ-2 аналогичны марке МГ, но содержат на 15—20% больше графита, чем электрощетки марки МГ. Применяются они во всех случаях, указанных для марки МГ, и, кроме того, на кольцах синхронных генераторов, а также при высоких плотностях тока на кольцах гидрогенераторов.

Рецептура щетки МГ-2

1. Медный купорос	100 кг	70,5%
2. Цинковая пыль	26 „	18,5%
3. Графит алиберовский	10 „	7%
4. Серная кислота	6 „	4%
	142 кг	100%

Электрощетки марки МГ-3. Электрощетки марки МГ-3, аналогичные марке МГ, но содержат на 20—25% больше графита, чем электрощетки марки МГ. Применяются в тех же случаях, как и марка МГ-1.

Рецептура щетки МГ-3

1. Медный купорос	100 кг	69,4%
2. Цинковая пыль	26 „	18,1%
3. Графит алиберовский	12 „	8,4%
4. Серная кислота	6 „	4,1%
	144 кг	100%

Если сравнить рецептуры всех указанных четырех марок меднографитных щеток, то заметим следующее: абсолютное весовое количество во всех марках для трех компонентов — медного купороса, цинковой пыли и серной кислоты—остается одно и то же. Меняется только количество четвертого компонента — графита, а именно: в МГ вводится графита 6 *кг*, в МГ-1 — 8 *кг*, в МГ-2 — 10 *кг* и в МГ-3 — 12 *кг*. Таким образом рецептуры каждой марки от МГ до МГ-3 отличаются друг от друга на 2 *кг* графита.

Физические и электрические свойства щеток марок МГ-1, МГ-2, МГ-3

Группа	Марка		Твердость по Шору	Удельное электрическое сопротивление в ом·мм²/м	Контактное (переходное) падение напряжения	Допускаемая плотность тока в а/см²	Коэфициент трения	Допускаемая линейная скорость в м/сек	Удельное нажатие в г/см²
	Стандарт ВЭТ № 1	Старая марка завода „Электроугли"							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Медно-графитные	МГ-1	МГ-1	5 — 7	0,10—0,25	Низкое	22	Низкий	20	120—150
	МГ-2	МГ-2	4 — 6	0,20—0,40	„	22	„	25	120—150
	МГ-3	МГ-3	3 — 5	0,30—0,45	„	20	„	25	120—150

в) СУХОЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЩЕТОК МГ

Мокрый способ производства электрощеток МГ связан с большим количеством распыла и обрезков, так как блоки после обжига приходится раскраивать под размер заказа щеток.

По сухому способу производства электрощетки марки МГ делаются сразу под размер. Это освобождает от раскроя щеток и тем самым сокращает распыл материала. Этот способ производства состоит в следующем: в медно-графитном отделении завода из медного купороса получается не медно-графитная масса, а чистый медный порошок, который затем просушивается в электрических печах при температуре 500°. После сушки медный порошок не нуждается в размоле, а только просеивается через сито 100 меш. При производстве электрощеток МГ сухим способом графит в медный порошок вводится после сушки последнего, и смесь соответствующим способом перемешивается.

На этом же принципе организовано и производство электрощеток марок МГ-42 и МГ-120.

Сухим способом производятся и электрощетки марки МГ-1, причем технологический способ производства последних несколько отличается от вышеописанного сухого способа. В данном случае из медного купороса получается не чистый медный порошок, а медно-графитная масса. Эта медно-графитная масса не сразу идет в прессовку, как это имеет место при мокром способе, а предварительно просушивается в электрических печах при температуре 500°.

6. ПРОИЗВОДСТВО БРОНЗО-ГРАФИТНЫХ ЭЛЕКТРОЩЕТОК

К группе бронзо-графитных электрощеток относятся следующие марки: МГ-42; МГ-120 и БГ.

а) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МГ-42 И МГ-120

Эти электрощетки имеют применение исключительно на радиомашинах. Впервые технологический процесс по производству этих электрощеток разработан в 1932 г. По технологическому процессу и по рецептуре щетки МГ-42 и МГ-120 ничем не отличаются друг от

друга. Единственное различие — это разное давление при прессовке. МГ-42 прессуется при давлении 4 000 *кг/см²* и МГ-120 — при давлении 2 700 *кг/см²*. В последнее время и эта разница уничтожена, так как МГ-120 вторично допрессовывается при запрессовке кабеля. В настоящее время завод не делает разницы между этими щетками и в производстве заменяет часто одну марку другой.

До 1934 г. рецептура МГ-42 и МГ-120 была следующая:

1. Медного порошка (импортного) . . . 70%
2. Графита алиберовского 30%

Изготовленные по такому рецепту щетки МГ-42 и МГ-120 в эксплоатации сильно сыпались, и для того чтобы щетки сделать более вязкими, в рецептуру этих щеток стали вводить оловянную пыль в количестве 1%, вследствие чего эти щетки следует отнести к группе бронзо-графитных, хотя название марок за ними осталось старое, МГ-42 и МГ-120.

Рецептура, введенная для щеток МГ-42 и МГ-120 с 1934 г., следующая:

1. Медный порошок	70%
2. Графит алиберовский	29%
3. Оловянная пыль	1%
	100%

Технологический процеее (фиг. 55)

Медный порошок, просеянный вручную через сито 100 меш в смесительных барабанах смешивается с оловянной пылью и алиберовским графитом, предварительно прокаленным при температуре 1 480°, размолотым на шаровых мельницах с ситом 175—200 меш, и просеянным через сито 140 меш. Перемешивание смеси медного порошка с графитом происходит в течение 3—4 час., после чего смесь отжигается при температуре 640°.

После отжига из смеси порошков прессуют электрощетки МГ-42 и МГ-120 под различным давлением для каждой марки. Изготовленные щетки упаковываются в железные ящики, пересыпаются засыпкой из нефтяного кокса и обжигаются при температуре 800—900°. Как отжиг смеси, так и обжиг щеток происходит в электрических печах.

Весь цикл производства щеток марок МГ-42 и МГ-120 продолжается в течение 27 дней, из которых 24 дня идет на операции до обжига включительно и 3 суток — на механическую обработку.

б) ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК МАРКИ БГ

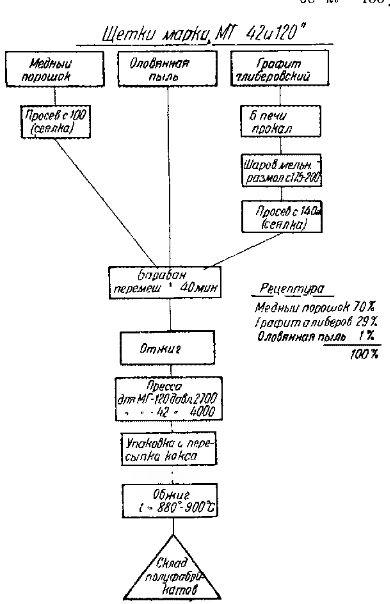
Электрощетки марки БГ представляют собой щетки из специальной бронзо-графитной массы. Они обладают исключительно хорошей электропроводностью. Применяются, главным образом, при переменном токе на чугунных и стальных кольцах синхронных генераторов и одноякорных преобразователей при высоких линейных скоростях.

Рецепт и технологический процесс производства электрощеток марки БГ разработаны в 1932 г. Эти щетки идут на быстроходные ма-

шины, турбогенераторы и на машины постоянного тока низкого напряжения, предназначенные для электролитических целей.

Рецептура щеток БГ

1. Медный порошок (импортный)	47,4 кг	79%
2. Оловянная пыль	5,4 „	9%
3. Цинковая пыль	1,2 „	2%
4. Графит алиберовский	5 „	10%
	60 кг	100%

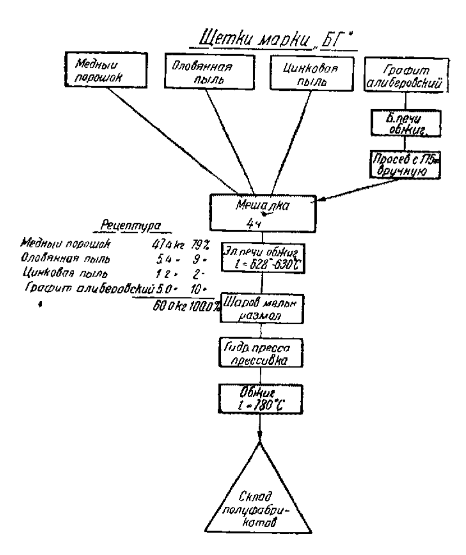


Фиг. 55. Схема технологического процесса изготовления щеток МГ-42 и МГ-120.

Технологический процесс (фиг. 56)

Медный порошок, оловянная и цинковая пыль смешиваются с алиберовским графитом. Графит предварительно прокаливается при температуре 1 480° и просеивается через сито 175 меш. Продолжительность перемешивания — 4 часа. Из мешалки заварка поступает в электрические печи для обжига при температуре 620—630°, размалывается

на шаровых мельницах и идет на прессовку электрощеток. Спрессованные щетки обжигаются в электрических печах при температуре 780°. Электрощетки марки БГ обладают большой вязкостью. Весь цикл производства электрощеток марки БГ продолжается в течение 24 дней.



Фиг. 56. Схема технологического процесса изготовления щеток БГ.

Физические и электрические свойства щеток марки БГ:

1. Группа . . . . бронзо-графитные
2. Марки:
   Стандарт ВЭТ № 1 . . . . БГ
   Старая марка завода „Электроугли" . . . . БГ
3. Твердость по Шору . . . . 5—10
4. Удельное электрическое сопротивление . . 0,20—0,30 $ом \cdot мм^2/м$
5. Контактное (переходное) падение напряжения . . . . низкое
6. Допускаемая плотность тока . . . . 30 $а/см^2$
7. Коэфициент трения . . . . средний
8. Удельное нажатие . . . . 150—200 $г/см^2$

7. ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОГРАФИТИРОВАННЫХ ЩЕТОК

Электрографитированные щетки по сравнению с угольными, угольно-графитными и графитными щетками имеют ряд преимуществ: во-первых, электрографитированные щетки отличаются высокой механической прочностью при минимальных абразивных свойствах, и, во-вторых, они могут работать при толчкообразных нагрузках и тяжелых условиях коммутации. Эти свойства электрографитированных щеток делают их незаменимыми в эксплоатации на быстроходных машинах — турбогенераторах при линейной скорости порядка 50 *м/сек*, на тяговых моторах и моторах электропривода.

Производство электрографитированных щеток на заводе пока еще полностью не освоено, и это производство в настоящее время носит характер скорее опытного порядка, чем массово-производственного.

В качестве исходного сырья для электрографитированных щеток применяется композиция из нефтяного кокса, сажи и антрацита шахты им. Войкова. В качестве же связующего применяется смесь каменноугольного пека с препарированной смолой в пропорции 2 : 1 в количестве 35% от сухого материала. Размол сухого материала — 175 меш на линейный дюйм.

Порядок работы мешалки следующий: смешение сухих порошков производится в течение 15 мин. без обогрева. Затем в мешалку через сито № 25 всыпается молотый пек, и смешение производится дальше в течение 15 мин., после чего пускается пар, и перемешивание продолжается в течение 30 мин. После этого в мешалку вводится препарированная смола, подогретая до 80°, и смешение продолжается еще в течение 2 час. с закрытой и 1 час с открытой крышкой. Весь период смешения, таким обраеом, продолжается в течение 4 час., причем последний час мешалка работает без крышки.

Полученная смесь из мешалки поступает на вальцовку, где и вальцуется два раза под ряд. Провальцованная масса вылеживается в закрытой таре в течение суток, а затем направляется в размол на шаровых мельницах. Размолотая масса просеивается на сеялке через сито 175 меш. Этим заканчивается операция заготовительного отделения по производству электрографитированных щеток.

Дальше полученный порошок прессуется в блоки под давлением 2 000 *кг/см*^{2}. Блоки обжигаются в печи Мендгейма при температуре 1 480°. Кривая обжигов блоков электрографитированных щеток приведена на фиг. 22, по которой производится обжиг всех изделий, обжигаемых в больших печах Мендгейма.

Для производства электрографитированных щеток в настоящее время применяются три следующие рецептуры:

I. Рецептура для электрографитированных щеток, заменяющих импортную электрощетку марки Е-22:

1. Пековый кокс	50%
2. Антрацит шахты им. Войкова	50%
Всего сухих материалов	100%

3. Связующего—смесь пека и смолы — 35% от количества сухих материалов. Состав смеси связующего: пека $\frac{2}{3}$ от количества смеси связующего и смолы $\frac{1}{3}$ от количества смеси связующего.

II. Рецептура электрографитированных щеток, заменяющих импортные щетки марки ЕКГ:

1. Нефтяной кокс 50%
2. Антрацит шахты им. Войкова . . . 50%

Всего сухих материалов . . 100%

3. Связующее—смесь пека и смолы — 35% от количества сухих материалов. Состав смеси связующего: пека $\frac{2}{3}$ от количества смеси связующего и смолы $\frac{1}{3}$ от количества смеси связующего.

III. Рецептура для получения твердых электрографитированных щеток с высоким удельным сопротивлением:

1. Нефтяной кокс 95%
2. Сажа 5%

Всего сухих материалов . . 100%

3. Связующее—смесь пека и смолы — 35% от количества сухих материалов. Состав смеси связующего: пека $\frac{2}{3}$ от количества смеси связующего, смолы $\frac{1}{3}$ от количества смеси связующего.

Технические условия на сырье, применяемое при производстве электрографитированных щеток

1. Нефтяной кокс—грозненский, обожженный в печах Мендгейма при температуре 1 480°:

Зольность его должна быть не более	1%
Летучих „ „ „ „ „	0,5%
Влажность „ „ „ „ „	0,3%
Помол: остаток на сите 175 меш не более	1%
„ „ „ 200 „ „ „	25%
„ „ „ 250 „ „ „	50%
Проходит через сито 250 меш	25%

2. Пековый кокс, обожженный в печах Мендгейма при температуре 1 480°:

Зольность должна быть не более	1%
Летучих „ „ „ „	0,5%
Влажность „ „ „ „	0,3%
Помол тот же, что и у нефтяного кокса	

3. Антрацит шахты им. Войкова, обожженный в печах Мендгейма при температуре 1 480°:

Зольность должна быть не более	5%
Летучих „ „ „ „	0,5%
Влажность „ „ „ „	0,3%
Помол: остаток на сите 175 меш не более	1%
„ „ „ 200 „ „ „	10%
„ „ „ 250 „ „ „	40%
Проходит через сито 250 меш не более	50%

4. Пек каменноугольный, молотый и просеянный через сито 25 меш:

Температура плавления	65°
Свободного углерода	40%
Летучих	58%
Зольность	0,25%
Удельный вес	1,25

5. Смола каменноугольная, препарированная при температуре 240°

Свободного углерода	8,5%
Летучих	85%
Удельный вес	1,2
Вязкость при 80° по Энглеру	2,5%

6. Сажа № 3 Кудиновского сажевого завода:

Влажность	0,4%
Летучих	4,0%
Зольность	0,1%

Графитация электрощеток марки ЭГ-2

После обжига в печах Мендгейма щетки поступают в электрографитировочный цех и в электрических печах сопротивления подвергаются процессу графитации при температуре 2 200—2 500°.

Щетки, поступающие в графитацию, должны отвечать следующим техническим условиям:

1. Щетки не должны иметь трещин, раковин, поколок и подобных пороков.

2. При трении друг о друга торцевых поверхностей двух щеток они должны удовлетворительно пришлифовываться.

3. Удельное электрическое сопротивление, измеренное в направлении высоты щетки, должно находиться в пределах 50—65 *ом·мм²/м*.

4. При прессовке щеток по определенному заказу к ним в сравнении с размерами готовой щетки должно прибавляться по толщине 4 *мм*, по ширине 5—5,5 *мм* и по высоте 6—6,5 *мм*.

Упаковка электрической печи (фиг. 57)

Перед упаковкой печи (фиг. 57) с ее подины должна быть снята образовавшаяся во время предыдущей кампании корка спекшегося карборунда и силоксикона. Эта корка (электропроводная вследствие наличия в ней различных примесей) каждый раз снимается настолько, чтобы расстояние от постоянной подины печи до нижней кромки токоподводящих электродов было равно 50—100 *мм*. На место снятой корки закладывается и тщательно разравнивается в уровень с нижней кромкой электродов слой рыхлой, неспекшейся засыпки. Этим устраняется возможность протекания части тока по подине печи.

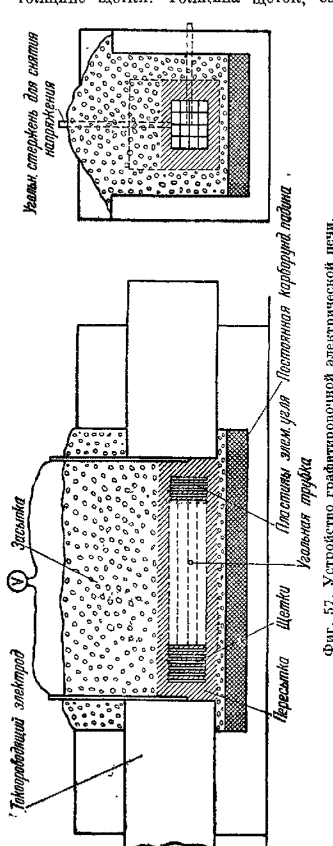
После этого вплотную к боковым поверхностям токоподводящих электродов закладываются, как показано на фиг. 58, деревянные доски, которые в период упаковки отделяют внутреннее пространство печи, заполняемое щетками и пересыпкой, от наружной части, заполняемой засыпкой.

На дно ящика, образованного торцевыми поверхностями электродов и досками, насыпается и тщательно разравнивается слой пересыпки толщиной 50—60 *мм*, на который затем и укладывается первый (нижний) ярус щеток.

Щетки помещаются в печи таким образом, чтобы их большие размеры были расположены в плоскости поперечного сечения печи.

От каждого из токоподводящих электродов до ближайшего ряда щеток оставляется расстояние, равное 150 *мм*. Между рядами щеток

вдоль печи (в направлении длины печи) дается расстояние, равное толщине щетки. Толщина щеток, загружаемых в одну кампанию, должна быть одинакова для всех щеток.



Фиг. 57. Устройство графитировочной электрической печи.

В направлениях, перпендикулярных к оси печи по длине, щетки кладутся без промежутков, т. е. вплотную друг к другу.

Все пространство, ограниченное электродами и досками, заполняется пересыпкой, отделяющей друг от друга соседние ряды щеток. Пересыпку следует насыпать свободно, не утрамбовывая ее и избегая случайной утрамбовки в отдельных местах печи.

Укладка щеток, наполнение пересыпкой печного пространства и засыпкой наружной части печи ведутся параллельно, т. е. после укладки первого яруса щеток его засыпают пересыпкой, затем на первый ярус кладется второй и снова заполняется пересыпкой и т. д. до последнего яруса. Одновременно доски, отделяющие засыпку от пересыпки, постепенно поднимаются вверх и по окончании упаковки удаляются.

В верхнем ярусе между рядами щеток закладываются плитки элементного угля размером 8 × 30 × 400 *мм*, которые способствуют более равномерному распределению тока по сечению керна.

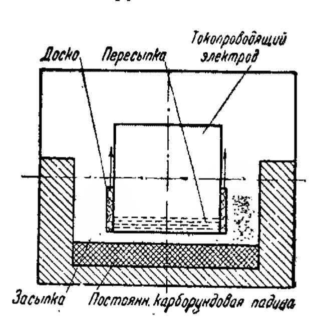
После упаковки всех щеток сверх последнего яруса насыпается слой пересыпки толщиной 50—75 *мм*.

И наконец, удаляются доски, и вся печь засыпается засыпкой настолько, чтобы толщина последней над электродами была равна 500—550 *мм*.

Для наблюдения за нагревом печи в процессе упаковки в печь закладывается одна угольная трубка. Она располагается таким образом, чтобы один ее конец находился приблизительно в геометрическом центре щеточного керна. Этот конец должен быть плотно закрыт угольной пробкой. Другой, открытый, конец выступает за наружную поверхность кладки, и через него с помощью оптического пирометра может быть произведен замер температуры внутри печи. Установка одной трубки обязательна.

При желании наблюдать ход разогрева разных мест щеточного керна может быть установлено несколько трубок.

Кроме того, для наблюдения за электрическим режимом вплотную к торцевым поверхностям токоподводящих электродов вставляются угольные стержни, концы которых на 50—100 *мм* выступают из засыпки. К ним присоединяются провода от вольтметра для измерения напряжения.



Фиг. 58. Схема упаковки печи.

П е р е с ы п к а. В качестве пересыпки применяется смесь, состоящая из 50% нефтяного кокса, бывшего в кампаниях графитации, и 50% нефтяного кокса, размолотого и просеянного на сите 100—112 ниток на дюйм и обожженного в печи Альфа при температуре 1 000°.

Смешение графитированного и сырого кокса осуществляется перелопачиванием, которое должно производиться по возможности тщательно.

В каждую кампанию около 25% загруженной в печь пересыпки теряется — она смешивается с засыпкой.

З а с ы п к а. Свежая засыпка составляется из дробленого антрацита с величиной зерна от 0 до 5 *мм* и дробленого кварца с величиной зерна 0—5 *мм*.

Соотношение компонентов смеси — антрацита 70%, кварца 30%.

В процессе работы засыпка регулярно и автоматически пополняется отходами от пересыпки, так что к засыпке, имеющейся в обороте цеха, не чаще чем раз в 3 мес. приходится прибавлять свежей засыпки. Образующийся из засыпки силоксикон разбивается колотушкой и возвращается в засыпку При образовании крупных кристаллов карборунда его слой отделяется от слоя силоксикона и собирается в отдельный ларь. Куски из мелких кристаллов дробятся колотушкой и также смешиваются с засыпкой.

Перед каждой кампанией к засыпке прибавляются древесные опилки в количестве 5% от объема засыпки.

Емкость печей. Для получения однородных по качеству изделий из разных кампаний графитации печи должны загружаться всегда одинаково и одинаковым по весу количеством полуфабриката.

В нижеследующей таблице приведены данные, характеризующие размеры щеточного керна, размеры керна, включая пересыпку, полный объем печи, объем, занятый щетками, и т. п.

Основные данные графитировочных печей

Наименование	Печь № 2	Печь № 3
1. Полное расстояние между электродами в *мм*	2 000	2 150
2. Сечение токоподводящих электродов в *мм*	750 × 375	750 × 750
3. Расстояние от электродов до первого ряда щеток в *мм*	150	150
4. Длина керна между крайними рядами щеток в *мм*	1 700	1 850
5. Часть керна по длине печи, занятая щетками в *мм*	$\frac{1700}{2} = 850$	$\frac{1850}{2} = 925$
6. Ширина щеточного керна в *мм*	400	400
7. Высота щеточного керна в *мм*	200	300
8 Сечение щеточного керна в $см^2$	800	1 200
9. Объем, занятый щетками, в $см^3$	68 000	111 000
10. Вес щеток (при удельном весе, равном 1,6) в *кг*	109	179
11. Полный объем керна (включая пересыпку) в $см^3$.	525 000	887 000
а) ширина в *мм*	750	750
б) высота в *мм*	325 — 350	325 — 550
в) сечение в $см^2$	2 440 — 2 625	3 950 — 4 125
12. Часть керна по длине, не занятая пересыпкой, в *мм*	1 120	1 225
13. Объем, занятый пересыпкой, в $см^3$	457 000	776 000

Весовая загрузка печей во всех случаях остается приблизительно одинаковой. Что касается количества загружаемых щеток, то оно может быть различно и зависит от их размеров.

Наилучшие результаты графитации получаются в том случае, если печь загружена щетками только одного размера, но это не всегда возможно. Во всяком случае следует стремиться к тому, чтобы толщина всех щеток, загружаемых в одну кампанию, была одинакова.

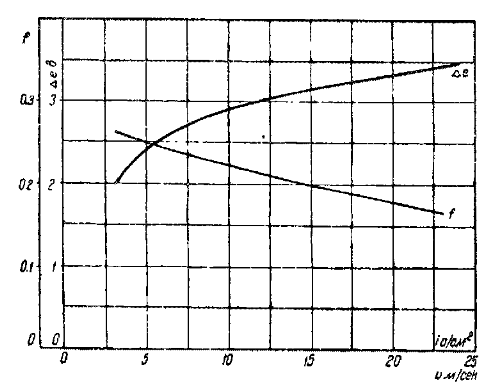
Число ярусов берется обязательно целое, а поэтому количество щеток может не соответствовать заказанному.

Электрический режим. До включения печи необходимо определить сопротивления керна в холодном состоянии. Пренебрегая сопротивлением всех остальных элементов электрической цепи и исходя из полной мощности генератора 250 *квт*, подсчитывают начальный ток в цепи и начальное напряжение на генераторе. Эти данные служат основанием для решения, с какого положения на генераторе следует начинать кампанию. Генератор имеет три ступени регулировки (три положения):

I — 200—100 *в* и 1 250— 2 500 *а*
II — 100— 50 » » 2 500— 5 000 »
III — 50— 25 » » 5 000—10 000 »

В пределах каждой ступени имеется возможность при помощи реостата плавно регулировать напряжение в цепи возбуждения генератора.

С самого начала кампании печь включается на полную мощность установки, каковая и поддерживается до конца кампании. Наблюдение ведется по амперметру, указывающему ток в статоре мотора, вращающего генератор. Значение тока при данной мощности мотора и данном напряжении сети должно быть максимальным, при этом необходимо, однако, следить за тем, чтобы величина напряжения на клеммах генератора не превышала указанных выше максимальных для каждой ступени регулировки величин.



Фиг. 59. Характеристики щеток ЭГ-2.

После включения печи вместе с падением сопротивления керна падает и напряжение на клеммах генератора и растет ток.

Если в начальный момент сопротивление печи окажется настолько большим, что полная мощность установки не может быть использована, то поднимают напряжение на генераторе до максимального значения и поддерживают это максимальное значение до тех пор, пока сопротивление керна не упадет до величины, допускающей использование полной мощности.

В дальнейшем по мере нагревания печи и падения ее сопротивления начальное напряжение будет стремиться понижаться. Допускать понижения не следует. Наоборот, регулировкой возбуждения генератора следует на его клеммах поддерживать максимальное напряжение до тех пор, пока ток не достигнет 2 500 *а*. По достижении полной нагрузки дальнейшее наблюдение ведется, как и в предыдущем случае, по амперметру мотора, который должен показывать максимальный ток.

Во все время кампании через каждые 15 мин. записываются показания амперметра, регистрирующего протекающий через печь ток, и вольтметра, регистрирующего напряжение на шинах печи. На основании показаний этих приборов подсчитывается расход энергии на графитацию, и по израсходовании на печи заданного количества киловольтамперчасов печь выключается.



Фиг. 60. Микрошлиф щетки ЭГ-2 (увеличение в 150 раз).

При графитации щеток марки ЭГ-2 расход энергии на печь равен:

Печь № 2—10.5 квач/кг или около 2 150 квач на кампанию

Печь № 3—15 квач/кг или около 2 700 квач на кампанию.

Указанные величины удельного расхода энергии действительны только при нормальной загрузке печи.

Кроме того, должны регистрироваться показания приборов мотора с тем, чтобы в конце кампании определить полный расход энергии, включая и потери.

Характеристика электрофизических свойств щеток ЭГ-2 дана в следующей сводке и на фиг. 59, а на фиг. 60 показан микрометр.

1. Удельный вес кажущийся	1,55—1,65
2. Удельный вес действительный	не ниже 2,1
3. Пористость	22—30%
4. Содержание воды	не выше 0,8%
5. Содержание железа	не выше 0,1%
6. Удельное электрическое сопротивление	20 ± 4 *ом мм²/м*
7. Допускаемая плотность тока:	
на коллекторе	10 *а/см²*
на кольцах	12 „
8. Допускаемая линейная скорость	25 *м/сек*
9. Нормальный износ на 25 000 *км* пути щетки по коллектору при $p = 290$ *г/см²*	1 *мм*

8. ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЩЕТОК ЭМУЛЬСИОННЫМ СПОСОБОМ

Эмульсионный способ производства электрощеток разработан опытным цехом завода «Электроугли». В основу этого способа положен соответствующий иностранный патент.

Рецептура и технологический процесс производства электрощеток марки Г-3 эмульсионным способом:

1. Алиберовский графит	70,6%
2. Сажа	7,8%
3. Смола препарированная	5,9%
4. Пек	15,7%
5. Вода (от веса графита)	200%

Технологический процесс

Алиберовский графит предварительно обжигается в печах Мендгейма при температуре 1 480° и просеивается через сито 143 меш. Смола берется кипяченая, обычного приготовления щеточного цеха. Нужная по рецепту порция алиберовского графита загружается в холодную мешалку и заливается постепенными порциями холодной воды до получения равномерной полужидкой массы. Через 15—20 мин. перемешивания массы в мешалку заливается раствор кипяченой смолы в бензоле. Этот раствор предварительно изготовляется путем смешения требуемого количества кипяченой смолы, нагретой до 80°, с бензолом в отношении 1 : 1.

После заливки связующего производится подогрев мешалки при непрерывной работе последней. Через 2,5—3 часа в зависимости от давления пара вода из заварки испарится, и заварка примет вид густой каши. После этого массу выгружают в ящики.

Дальше таким же путем обрабатывается вторая заварка, и когда она примет опять-таки вид густой каши, к ней вливают первую заварку и массу обеих заварок продолжают смешивать при подогревании мешалки. Обработка массы в мешалке продолжается до полного испарения воды. Конец испарения воды из заварки определяется отсутствием выпота на куске холодного стекла.

При нормальном давлении пара полное высыхание массы после соединения вместе двух заварок наступает через 2—2,5 часа. Таким

образом весь процесс изготовления двух заварок и обработки их вместе требует 7—8,5 час. Время нахождения массы в мешалке и дальнейшая сушка ее зависят исключительно от температуры пара в мешалке. Поэтому давление в магистрали не должно быть менее 1,5 *ат*.

Высушенную массу выгружают из мешалки и по охлаждении подвергают просеву через сито 80 меш. Прошедший через сито 80 меш порошок идет на прессовку щеток, а оставшийся на сите порошок подвергается размолу на шаровых мельницах и просеву через сито 80 меш, после чего также идет на прессовку щеток. Прессовка блоков производится при давлении от 2 000 до 2 500 $кг/см^2$.

Обжиг и упаковка электрощеток производятся обычным путем, ранее описанным.

Щетки, изготовленные эмульсионным способом, превосходят по качеству щетки, изготовляемые по существующим технологическим процессам, благодаря лучшему перемешиванию сухих порошков со связующими, так как, во-первых, смола в смеси с водой при смешивании растирается на мельчайшие частицы и, во-вторых, само смешивание при этом способе продолжается гораздо дольше, чем при обычных технологических процессах.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА РАЗНЫХ ЭЛЕКТРОУГОЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В этой главе мы рассмотрим производство бронзо-графитных самосмазывающихся подшипников (втулок) и слаботочных изделий. К слаботочным изделиям, выпускаемым заводом «Электроугли», относятся угольные мембраны и угольные цоколи (колодки) для микрофонов и различного рода контакты для электроаппаратуры.

1. ПРОИЗВОДСТВО БРОНЗО-ГРАФИТНЫХ САМОСМАЗЫВАЮЩИХСЯ ПОДШИПНИКОВ

Рецептура бронзо-графитных подшипников

1. Медный порошок	1,7 *кг*	85,0%
2. Цинковая пыль	0,040 „	2%
3. Оловянная пыль	0,180 „	9,0%
4. Графит алиберовский	0,080 „	4,0%
	2 *кг*	100%

Технологический процесс (фиг. 61)

Медный порошок, цинковая и оловянная пыль, просеянные вручную на сите 200 меш, алиберовский графит, обожженный при температуре 1 480° и просеянный через сито 175 меш, закладываются в смесильный («пьяный») барабан и смешиваются в течение 4 час. После перемешивания эта смесь обжигается в электрических печах при температуре 640° с выдержкой в 1 ч. 20 м., в результате чего получается бронзо-графитная масса. Спекшаяся масса размалывается на шаровой мельнице, просеивается вручную через сито 100 меш и идет на прессовку (фиг. 62).

Сырые втулки обжигаются в электрических печах при температуре 800°. После обжига втулки калибруются для придания им необходимого размера, так как после обжига втулки дают неодинаковую усадку. Различная усадка зависит от неоднородности сырья, применяемого для производства втулок, от непостоянства давления и веса порошка для каждой втулки и от температуры обжига.

Период технологического процесса производства втулок продолжается в течение 24 дней, включая и предварительную обработку сырья.

Втулки

Медный порошок

Цинковая пыль

Оловянная пыль

Графит алиберовский

Просев с 200# вручную

Просев с 200 вручную

Обжиг в печ Менгеейма

Просев сито 175#

Смешение в барабане 4 часа

Рецептура

Медный порош. 1.7 кг 85%
Цинковая пыль 0.04 » 2 »
Оловянная пыль 0.18 » 9 »
Графит алибер 0.08 » 4 »

2 кг 100%

Печь обжиг $t = 800°C$

Шаровая мельница размол

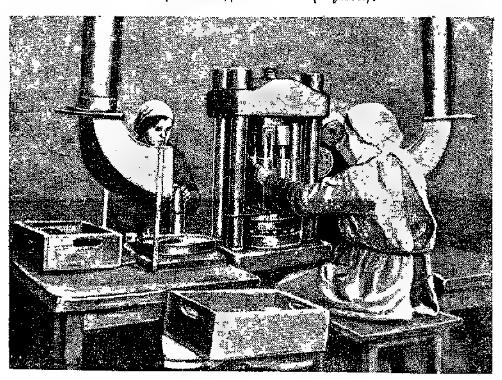
Гидравлический пресс прессовка вкладыш

Просев с 100 (вручную)

Обжиг вкладышей $T = 40'$ $t = 775°C$

Склад полуфабри-ов

Фиг. 61. Схема технологического процесса изготовления самосмазывающихся подшипников (втулок).



Фиг. 62. Прессовка самосмазывающихся подшипников (втулок).

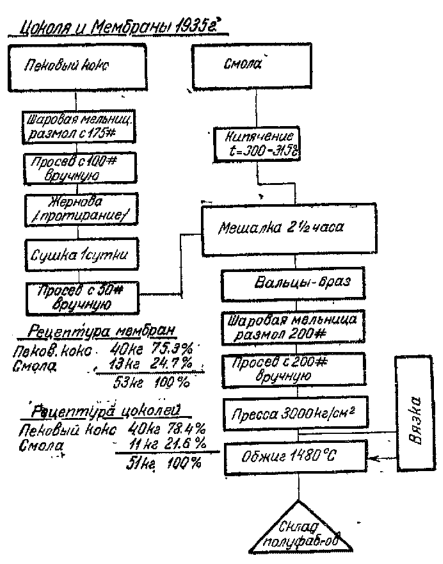
2. ПРОИЗВОДСТВО ТЕЛЕФОННЫХ МЕМБРАН

Рецептура мембран

1. Пековый кокс	40 кг	75,3%
2. Смола	13 „	24,7%
	53 кг	100%

Технологический процесс производства (фиг. 63)

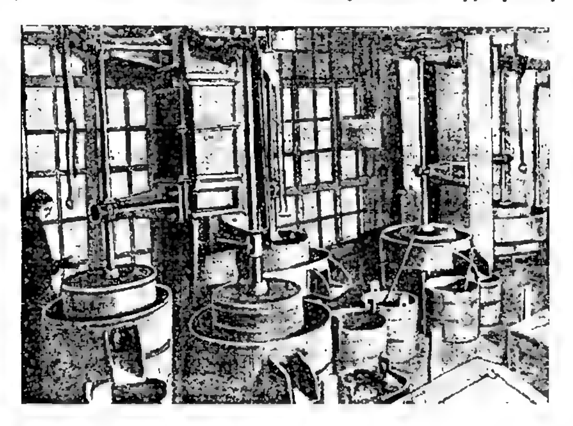
Мембраны изготовляются в одну стадию из пекового кокса и смолы. Пековый кокс, прежде чем вступить в смешение со связующим —



Фиг. 63. Схема технологического процесса изготовления цоколей и мембран.

смолой, размалывается на шаровой мельнице с ситом 175 меш и просеивается вручную через сито 100 меш. После этого пековый кокс направляется на жернова (фиг. 64), на которых в течение 24 час. протирается до трех раз последовательно. Протертый на жернове пековый кокс в течение одних суток просушивается в сушильных барабанах (фиг. 65), а потом вручную просеивается на сите 50 меш.

Пройдя вышеуказанную обработку, пековый кокс смешивается в мешалке со смолой, прокипяченной при 300—315°. Смешение пекового кокса со связующим происходит в течение $2^1/_2$ час. Полученная смесь обрабатывается на вальцах шесть раз, затем размалывается на шаровых мельницах с ситом 200 меш и просеивается вручную через



Фиг. 64. Жернова для мембранной и цокольной массы.

сито 200 меш. Из полученной массы на гидравлическом прессе (фиг. 66 под давлением 3 000 *кг/см²* прессуются мембраны. Обжигаются мембраны при температуре 1 480° пачками в 15—20 шт., связанными проволокой между угольными пластинами. Каждая мембрана во избежание спекания друг с другом опудривается тальком.

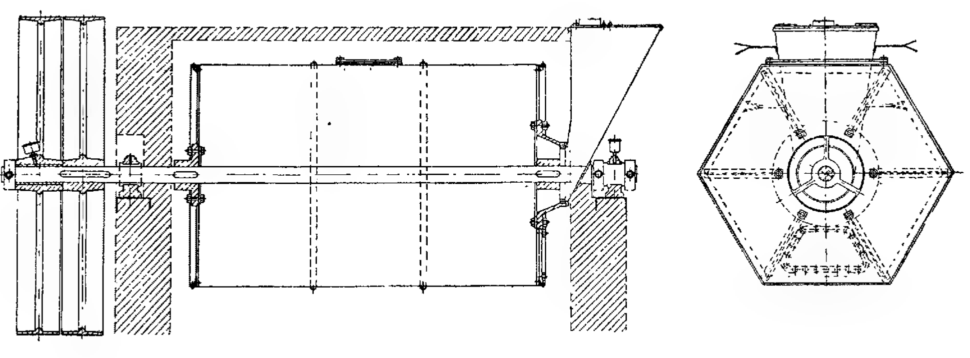
3. ПРОИЗВОДСТВО КОЛЕЦ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

Угольные кольца применяются для изготовления автоматических регуляторов напряжения. Изготовляются эти кольца из мембран, а потому технологический процесс производства их ничем не отличается от производства последних за исключением механической обработки, при которой из мембран на токарном станке и при помощи особого патрона и резца вытачиваются кольца.

4. ПРОИЗВОДСТВО ТЕЛЕФОННЫХ ЦОКОЛЕЙ (КОЛОДОК)

Рецептура цоколей

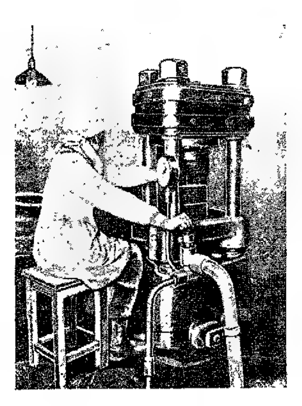
1. Пековый кокс	40 кг	78,43%
2. Смола вареная	11 „	21,57%



Фиг. 65. Устройство сушильного барабана.

Технологический процесс производства цоколей аналогичен технологическому процессу производства мембран за исключением вязки перед обжигом. Цоколи без вязки упаковываются в тиглях в засыпку и обжигаются при температуре 1 480°.

До середины 1934 г. (фиг. 67) цоколи и мембраны изготовлялись из сажи в три стадии. Несмотря на такую длительную обработку, цоколи выходили с большим браком. С переводом производства цоколей и мембран на новую рецептуру брак цоколей резко сократился.



Фиг. 66. Вертикальный трехколонный пресс.

5. БРАК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕМБРАН И ЦОКОЛЕЙ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМ

Брак мембран

Характерные виды брака при производстве мембран следующие: 1) невыдержанные размеры; 2) кривизна; 3) шероховатость; 4) пятна; 5) зазубрины; 6) излом; 7) покрытие пылью.

Для устранения брака по мембранам заводом применяются мероприятия, изложенные ниже.

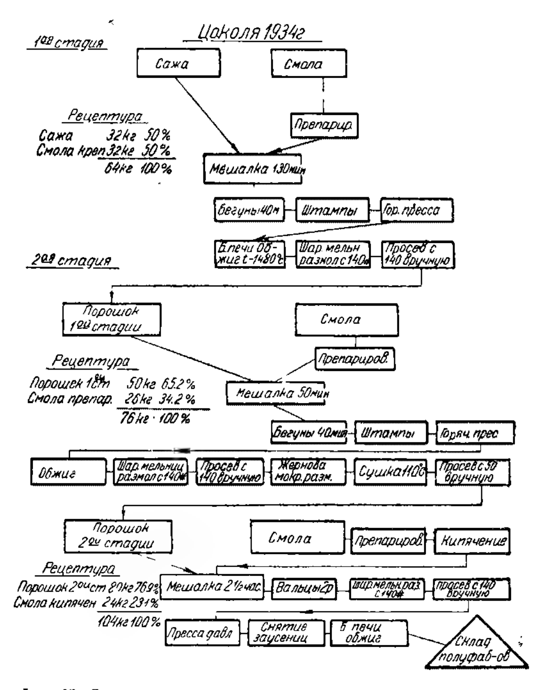
Брак по невыдержанным размерам. Этот вид брака зависит от невнимательности рабочего, производящего точку мембран, и от неточности калибра. Техническими условиями предусмотрен номинал толщины мембраны 0,5 *мм* и допуска —0,03 *мм* и +0,04 *мм*, а по наружному диаметру — номинал 32; 48; 51; 53; 55 и 57 *мм* и допуск ± 0,1 *мм*.

Брак по кривизне. Кривизна мембран появляется в результате деформаций, которым подвергается мембрана во время обжига. В целях уменьшения кривизны мембраны пачками по 50 шт. связывались проволокой между угольными прокладками. При высокой температуре проволока расширялась, мембраны вследствие этого, будучи свободными от нажима, деформировались при обжиге и выходили кривыми.

С уменьшением в пачке мембран до 25 брак по кривизне снизился и стал совсем невелик, когда мембраны стали связывать в пачки по 15 шт. Это можно объяснить тем, что угольная засыпка, окружая небольшую пачку, является достаточным препятствием, не позволяющим деформироваться мембранам при обжиге.

Брак по шероховатости. Мембрана шерховатой получается потому, что на ней образуются углубления. Это происходит по следующей причине: при прессовке порошок плохо разравнивается, местами остаются комочки, которые являются причиной образования углублений на

поверхности мембраны. Большое количество таких углублений создает шероховатую поверхность. Уменьшить этот вид брака можно более бдительными наблюдениями со стороны бригадиров за работой прессовщиков и организацией лучшего инструктажа последних.



Фиг. 67. Схема технологического процесса изготовления цоколей.

Брак по пятнам. Образование пятен на поверхности мембран объясняется распределением порошка в матрице неравномерным слоем. Там, где слой порошка оказался толще, прессовка мембраны была лучшей, и это место из обжига выходит блестящим. Наоборот, место, где порошка при прессовке было меньше, имеет матовый цвет. Так как пятнистость вызывает различное электрическое сопротивление

в различных частях мембраны, то мембраны с пятнами бракуются. Равномерного распределения порошка в матрице можно добиться только усилением внимания к этому вопросу прессовщиков и надлежащим их инструктированием со стороны руководящего персонала цеха.

Брак мембран по зазубринам. Брак по зазубринам зависит от плохой работы механического цеха, изготовляющего штампы для прессовки мембран. Если пуансон неточно подогнан к матрице, то между пуансоном и матрицей остается зазор, в который во время прессовки вдавливается порошок, и на окружности мембраны образуются заусенцы.

Во время упаковки мембран для обжига эти заусенцы отламываются от краев мембраны, образуя по окружности зазубрины. Кроме того, зазубрины на краях мембраны получаются вследствие плохой точки мембран. Для устранения брака по зазубринам необходима точная работа механического цеха при изготовлении мембранных штампов, а для того чтобы избежать этого брака при точке, надо внимательно следить за исправностью станка.

Мембраны, покрытые пылью. Этот вид брака получается потому, что обжиг ведется в угольной засыпке, мельчайшие частицы засыпки пристают к мембранам, образуя пыльную поверхность. С введением чистки мембран на сукне этот вид брака, как правило, изживается быстро.

Колотые мембраны. Этот брак может получиться только при транспортировке из-за небрежного отношения рабочих транспорта — сильный удар ящика с мембранами, бросание ящиков. Мерами борьбы с этим браком поэтому являются хороший инструктаж и наблюдение за погрузкой и выгрузкой, а также тщательная доброкачественная упаковка.

Брак цоколей

Характерными видами брака для телефонных цоколей (колодок) являются: 1) поколки, 2) заусенцы и 3) град между лунками.

Поколки. Первой причиной этого брака по цоколям является плохая работа по изготовлению штампа.

Второй причиной появления поколок является неравномерная прессовка цоколей, что объясняется тем, что цоколи иногда прессуются на эксцентриковом прессе.

Третьей причиной брака цоколей по поколкам является устарелый способ упаковки цоколей перед обжигом. Цоколи из ящика всыпаются в засыпку и перелопачиваются, что неизбежно вызывает большое количество поколок в сырых цоколях.

Заусенцы цоколей. Заусенцы на цоколях образуются благодаря изношенности штампов.

Невыдержанные размеры. Причиной брака этого вида является невнимательность рабочего и неточность калибра.

Град между лунками. Этот брак появляется на цоколях, имеющих вместо звездочки лунки. Между лунками края обламываются, выкрашиваются, и оставшиеся возвышения между углублениями создают впечатление града, почему этот брак и получил это название. Причинами

поколки краев между лунками являются плохая (под слабым давлением) прессовка и плохое обращение с цоколями при упаковке в обжиг и во время механической обработки.

6. ПРОИЗВОДСТВО КОНТАКТОВ

На заводе «Электроугли» из угольных масс рассмотренных нами марок электрощеток изготовляются различные контакты, применяемые в производстве слаботочной электроаппаратуры.

а) КОНТАКТЫ МАРКИ Т

Хотя эти контакты и носят наименование марки Т, но рецептура этих марок и технологический процесс производства их имеют резкое отличие от производства электрощеток марок Т-1 и Т-2. Различие имеется прежде всего в отношении компонентов, составляющих рецептуру контактов.

В рецептуру контактов входит брак электрощеток марок Т-1 и Т-2, что не входит в состав электрощеток марок Т-1 и Т-2, и, наоборот, в рецептуру контактов Т не входит нефтяной кокс и сажа, применяемые при производстве электрощеток марок Т-1 и Т-2. Кроме того, контакты Т прессуются не на вертикальном прессе, как щетки, а на горизонтальном. Механические и электрические характеристики контактов марки Т—такие же, как и у электрощеток марки Т-1, почему они и обозначены одной и той же маркой.

Рецептура контактов Т

1. Брак электрощеток марки Т-1 и Т-2	38 кг	56,6%
2. Курейский графит обожженный	12,9 „	19,3%
3. Пек каменноугольный	1,2 „	1,8%
4. Смола препарированная	15 „	22,3%
	67,1 кг	100%

Технологический процесс производства контактов Т (фиг. 68)

Брак электрощеток марок Т-1 и Т-2 размалывается сперва сухим способом на шаровых мельницах, а затем идет на размол в жерновах мокрым способом. Размолотый брак Т сушится в сушильных барабанах в течение 24 час., просеивается вручную через сито 140 меш и направляется в мешалку, где в течение 2 час. смешивается с курейским графитом, предварительно обожженным в печах Мендгейма при 1 480° и просеянным на сеялке через сито 140 меш. Одновременно с сухими порошками в мешалку закладываются плавленый пек и препарированная смола.

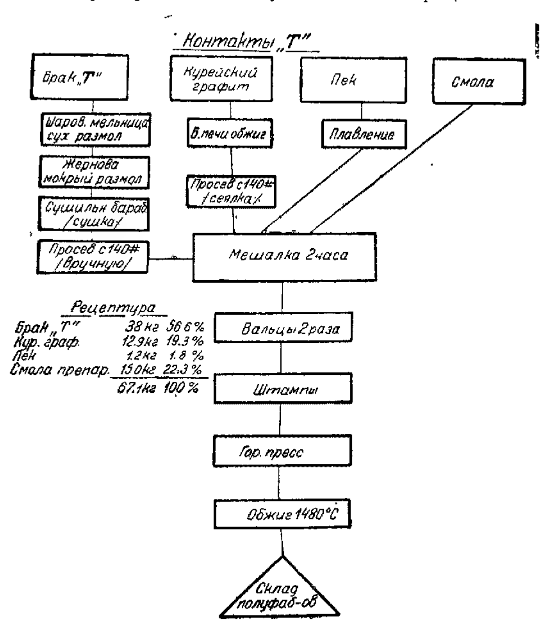
После смешения указанных четырех компонентов масса переходит на вальцы, где вальцуется два раза. Провальцованная масса контактов Т сбивается в куличи и прессуется на горизонтальном прессе.

Спрессованные контакты обжигаются в печах Мендгейма при температуре 1 480° и идут в механическую обработку.

б) КОНТАКТЫ МАРКИ Г-1 (А)

Контакты марки Г-1 по технологическому процессу производства и рецептуре отличаются от электрощеток марки Г-1, название которых

эти контакты носят. Так, в рецептуру контактов Г-1 входят сажа и смола, чего нет в рецептуре электрощетки марки Г-1. Несмотря на разницу рецептур контактов и электрощеток одного и того же названия, все же в законченном виде они имеют сходные механические и электрические характеристики. Поэтому контакты и электрощетки и имеют



Фиг. 63. Схема технологического процесса изготовления контактов Т.

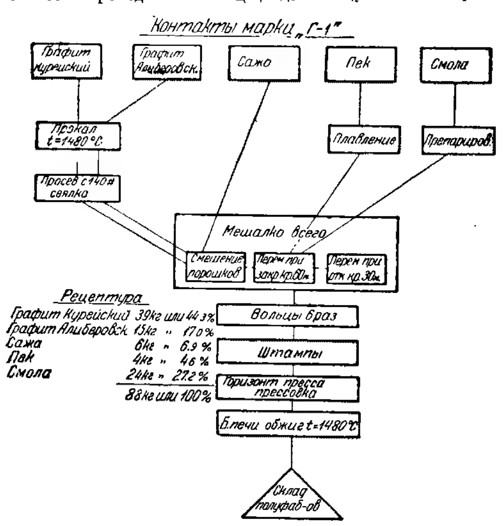
одну и ту же марку. Прессуются контакты марки Г-1 на горизонтальном прессе.

Рецептура контактов Г-1

1. Графит курейский	39 кг	44,3%
2. Графит алиберовский	15 „	17,0%
3. Сажа	6 „	6,9%
4. Пек плавленый	4 „	4,6%
5. Смола препарированная	24 „	27,2%
	88 кг	100%

Технологический процесс производства контактов марки Г-1 (фиг. 69)

Курейский графит и графит алиберовский, прокаленные при температуре 1 480° и просеянные на сеялке через сито 140 меш, смешиваются в мешалке с сажей, плавленым пеком и препарированной смолой. Смешивание этих компонентов производится с закрытой крышкой в течение 60 мин. и при открытой крышке мешалки — 30 мин. Дальше масса переходит на вальцы, где вальцуется шесть раз.



Фиг. 69. Схема технологического процесса изготовления контактов Г-1.

Провальцованная масса сбивается в куличи и прессуется на горизонтальном прессе. После прессовки контакты Г-1 обжигаются в печах Мендгейма при температуре 1 480° и идут в механическую обработку.

в) СЕРЕБРЯНО-ГРАФИТНЫЕ КОНТАКТЫ СГ

Основными исходными материалами для производства серебряно-графитных контактов служат:

1. Серебряный порошок.

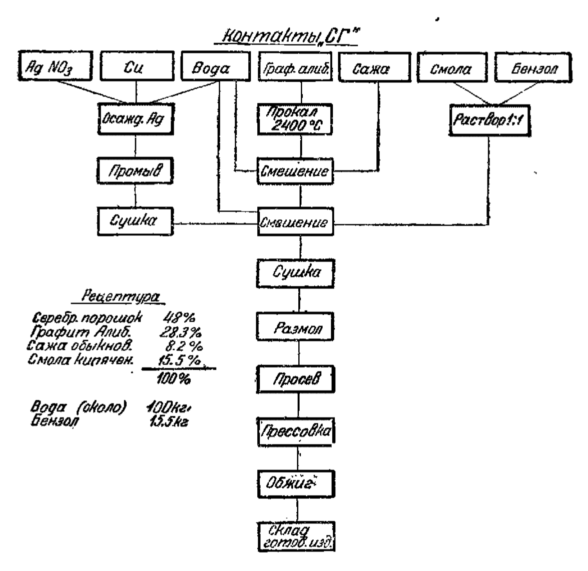
2. Графит алиберовский, обеззоленный рафинировкой в электро-графитировочной печи при температуре не ниже 2 400°. Помол графита 200 меш. Зольность не более 0,4%.

3. Сажа, полученная при неполном сгорании зеленого минерального масла.

4. Каменноугольный пек с точкой плавления не ниже 50°.

5. Смола каменноугольная, кипяченая с целью удаления легких фракций при температуре 300°.

6. Бензол (или толуол) технический.



Фиг. 70. Схема технологического процесса изготовления серебряно-графитных контактов СГ.

Технологический процесс (фиг. 70)

Для приготовления серебряно-графитной массы исходные материалы берут в следующих соотношениях:

Рецептура

1. Серебряный порошок	48,0%
2. Графит алиберовский	28,3%
3. Сажа обыкновенная	8,2%
4. Каменноугольная кипяченая смола	15,5%
	100%

Связующие перед приливанием к порошкам предварительно растворяют в бензине в отношении 1 : 1.

Отвешенное количество порошков загружают в фарфоровый барабан емкостью на 5 *л*. Барабан наполняется стальными шарами, различными по диаметру — от 10 до 30 *мм*, с общим весом 7,5 *кг*. Шары занимают $^1/_3$ емкости барабана. Затем в барабан прибавляют 50% воды от общего веса сухих порошков. что составляет 43—44 *кг* на 100 *кг* порошков, и барабан закрывают герметически крышкой. Барабану с массой дают вращение со скоростью 60 об/мин. Через 60 мин. перемешивания в барабан снова добавляют около 55 *кг* воды и ведут перемешивание еще 60 мин. Затем к массе добавляют связующие, растворенные в бензоле, и перемешивание ведут $2^1/_2$ часа.

Содержимое барабана вместе с шарами выгружают на металлический противень (примерные размеры: 400 × 300 × 200 *мм*) и подвергают сушке при температуре 100—120° в течение 6 час.

Высушенная и охлажденная до комнатной температуры масса загружается с шарами в тот же барабан для размельчения. После размола шары выгружаются, полученный порошок просеивают через сито 100 меш, и масса идет на прессование контактов. Прессование контактов производится при давлении 3 500 *кг/см*^{2}.

Обжиг

Для обжига контакты упаковывают в железный ящик размерами 200 × 300 × 300 *мм* и толщиной стенок 3—5 *мм*.

Упаковка заключается в том, что контакты при укладке в ящик пересыпаются между собой нефтяным коксом, прокаленным предварительно при температуре 1 480° и имеющим крупизну зерен от 20 до 30 меш.

В засыпку из нефтяного кокса прибавляют 5—8% сажи. Контакты не должны соприкасаться друг с другом и со стенками ящика, засыпка поверх контактов должна быть выше на 30—35 *мм*.

Ящик с контактами устанавливают в электрическую печь. Обжиг ведется в течение 18 час. с постепенным подъемом температуры до 1 000—1 100° с выдержкой при этой температуре 1 час. По охлаждении печи до температуры 400° и ниже ящик с контактами вынимается, и охлаждение ведется вне печи до комнатной температуры.

Контакты очищаются от приставших к ним частиц сажи и нефтяного кокса и подвергаются испытаниям. Удельное электрическое сопротивление должно быть не более 35 *ом · мм*^{2}/*м*, а твердость по Шору — не менее 30 и не более 50. Контакты должны иметь однородный вид, не иметь наружных и внутренних трещин.

Приготовление серебряного порошка путем восстановления медным порошком

К 5% раствору азотнокислого серебра при постоянном помешивании прибавляют небольшими порциями медный порошок, предварительно просеянный через сито 200 меш. После добавления последней

порции медного порошка смесь продолжают помешивать. Реакция замещения протекает по формуле

$$2AgNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2Ag.$$

и заканчивается примерно через 20—30 мин.

Осадку дают достаточно хорошо отстояться, так как серебро выпадает очень мелким, сливают раствор азотнокислой меди и промывают сначала декантацией (отмыванием), а потом на воронке Бюхнера до полного удаления $Cu(NO_3)_2$. После полной отмывки серебра от азотнокислой меди (реакция на Cu производится при помощи роданистого аммония или аммиака) порошок сушат и просеивают через сито 200 меш.

Для изготовления порошкообразного металлического серебра указанные выше материалы берутся в следующем соотношении:

Азотнокислого серебра	1 000 частей
Медного порошка	370 „

Потери материалов при изготовлении порошкообразного серебра выражаются:

Азотнокислого серебра	от 0,5 до 1%
Медного порошка	„ 0,5 „ 1%

Выход металлического порошкообразного серебра из азотнокислого серебра следующий:

Из 1 *кг* $AgNO_3$ получается 610—620 *г* Ag.

7. ПРОИЗВОДСТВО МИКРОФОННОГО ПОРОШКА

Микрофонный порошок применяется в микрофонах для превращения звуковых колебаний в электрические. Микрофонный порошок изготовляется двух сортов — для центральных батарей и для местных телефонных станций.

ПРОИЗВОДСТВО МИКРОФОННОГО ПОРОШКА ЦБ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ БАТАРЕЙ

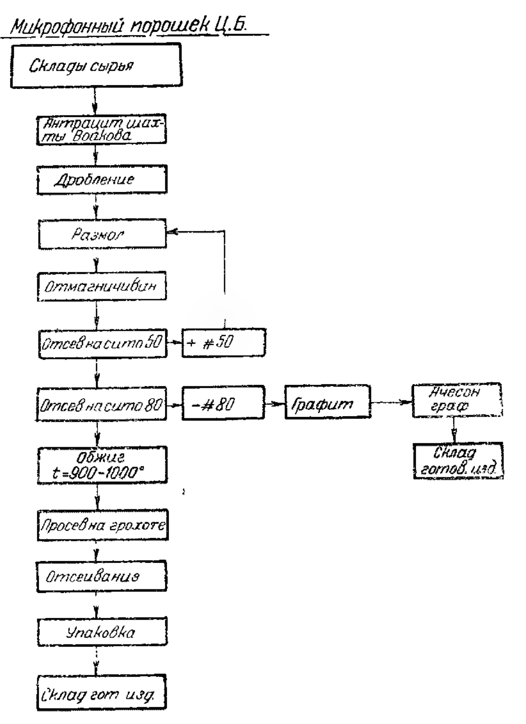
Технологический процесс (фиг. 71)

Микрофонный порошок ЦБ изготовляется из антрацита шахты им. Войкова. Антрацит шахты им. Войкова дробится на дробилке типа Клеро (фиг. 72) на куски до 0—5 *мм*, отсеивается вручную сначала на сите 50 меш, а затем вторично на сите 80 меш. После этого антрацит идет в обжиг в печи Альфа. Обжиг производится при температуре 900—1 000°. Обожженный антрацит просеивается на грохоте и отвеивается. Этим заканчивается технологический процесс производства микрофонного порошка ЦБ.

Отходы и их использование

1. Высевки антрацита +50 меш, т. е. то, что не проходит через сито 50 меш и остается на сите, идут обратно в шаровую мельницу или дробилку для дальнейшего размола.

2. Все, что проходит через сито 80 меш, передается в электрографитировочный цех для графитации, в результате чего получается искусственный или так называемый ачесоновский графит.

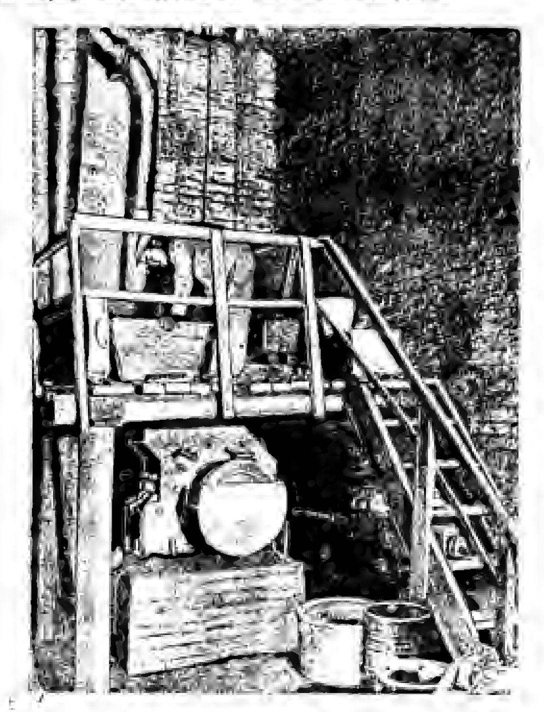


Фиг. 71. Схема технологического процесса изготовления микрофонного порошка ЦБ.

ПРОИЗВОДСТВО МИКРОФОННОГО ПОРОШКА МБ ДЛЯ МЕСТНЫХ БАТАРЕЙ (фиг. 73)

Производство микрофонного порошка МБ идет по тому же технологическому процессу, как и производство микрофонного порошка ЦБ, с той только разницей, что температура обжига для микрофонного

порошка МБ применяется не 900—1 000°, а 1 450°. Поэтому микрофонный порошок МБ обжигается не в печах Альфа, как это имеет место для микрофонного порошка ЦБ, а в печах Мендгейма.



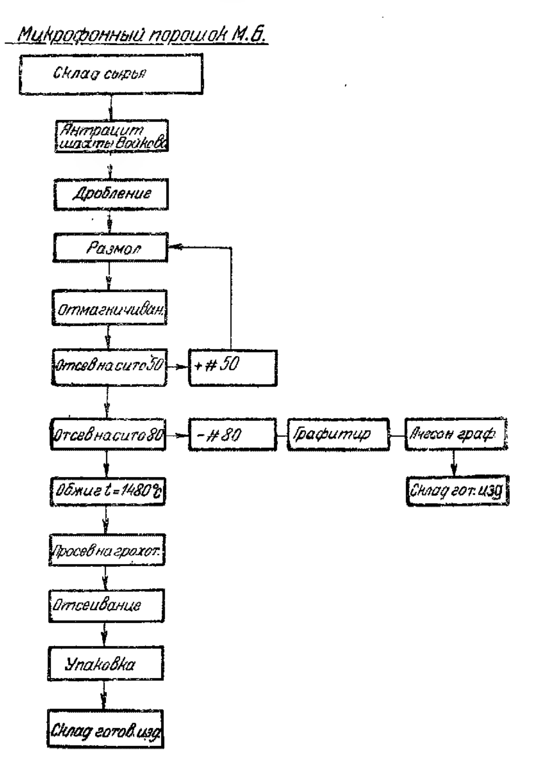
Фиг. 72. Дробилка Клеро.

В остальном как рецептура, так и технологический процесс совершенно одинаковы как для микрофонного порошка ЦБ, так и для микрофонного порошка МБ.

8. ПРОИЗВОДСТВО КРИПТОЛОВОЙ КРУПКИ

Криптоловая крупка (криптоловый порошок, угольная крупка) используется в качестве нагревательного элемента в печах типа Бейля

и Дженераль Электрик. Криптоловый порошок в качестве нагревательного элемента имеет преимущество перед электродами. Дело в том, что сам по себе угольный электрод имеет невысокое электрическое



Фиг. 73. Схема технологического процесса изготовления микрофонного порошка МБ.

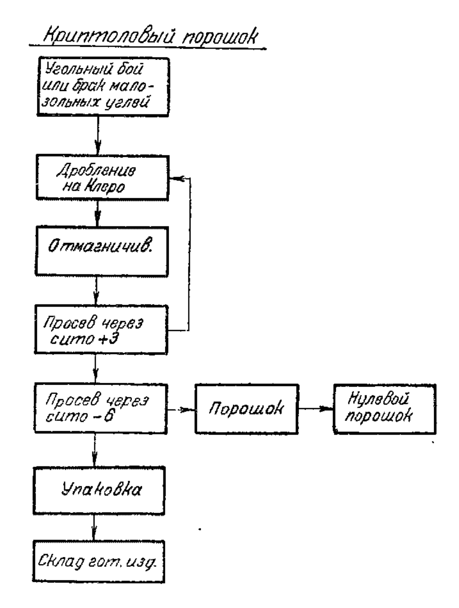
сопротивление (50—70 *ом·мм²/м*), но если тот же самый электрод раздробить и взять в виде зерен, то электропроводность массы этих зерен будет во много раз ниже.

В зависимости от качества исходного материала и от размеров отдельных зерен удельное электрическое сопротивление угольной крупки или криптола колеблется в широких пределах Зольность крупки не превышает 5%.

Угольная крупка изготовляется следующих сортов:

Сорт угольной крупки	Размер зерна в *мм*	
	минимум	максимум
УК-1	0,75	1,5
УК-2	1,4	3
УК-3	2,9	6

В последнее время угольная крупка стала изготовляться с крупизной зерен до 0,5 и ниже.



Фиг. 74. Схема технологического процесса изготовления криптолового порошка.

Технологический процесс (фиг. 74)

Угольный бой, или брак малозольных электроуглей, дробится на дробилке типа Клеро, отмагничивается на магнитном сепараторе, просеивается вручиую через крупное сито в зависимости от сорта криптола. После этого вторично просеивается вручную через более мелкое сито, после чего криптоловый порошок готов.

Отходы и их использование

1. Высевки после первого отсева через крупное сито возвращаются обратно в дробилку для дальнейшего дробления.
2. Высевки после второго просева через мелкое сито дают так называемый нулевой порошок, который идет в качестве компонента шихты элементных углей.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА И СТАХАНОВСКИЕ МЕТОДЫ РАБОТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОУГОЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Декабрьский пленум ЦК ВКП(б) дал четкое определение сущности стахановского движения. В историческом решении пленума о стахановском движении сказано следующее: «Стахановское движение означает организацию труда по-новому, рационализацию технологических процессов, правильное разделение труда в производстве, освобождение квалифицированных рабочих от второстепенной подготовительной работы, лучшую организацию рабочего места, обеспечение быстрого роста производительности труда, обеспечение значительного роста заработной платы рабочих и служащих».

Эти установки декабрьского пленума ЦК ВКП(б) должны быть положены в основу работы каждого предприятия.

Руководствуясь этими решениями пленума, следует проводить такие мероприятия, которые обеспечивают повышение производительности труда и роста зарплаты рабочих и служащих.

Хорошая организация рабочего места, являясь важным фактором для внедрения стахановских методов работы, обеспечивает повышение производительности труда, дает возможность максимально использовать производственное оборудование, увеличить машинное время и повысить заработок рабочего.

Наличие подсобной рабочей силы, своевременная наладка станков, подготовка инструмента и приспособленное освещение, чистота, хорошее и быстрое обслуживание административно-хозяйственным персоналом рабочего места и пр. — все это составляет то, что называется организацией рабочего места. Мероприятия по организации рабочего места должны быть направлены по следующему пути:

1. Своевременная подготовка инструмента, хорошего по качеству и в достаточном количестве. Вместе с выдачей наряда к рабочему месту должен быть подан и комплект нужного инструмента.

Расположение инструмента около рабочего места должно быть таким, чтобы рабочий без лишней траты энергии и времени мог взять нужный ему в данный момент инструмент.

2. Рациональная организация вспомогательной службы при рабочем месте включает в себя следующие элементы:

а) организация подноски материала и нужных для обработки деталей и чертежей вместе с выдачей наряда, т. е. до начала работы;

б) оборудование рабочего места средствами для вызова мастера-инструктора, ремонтного рабочего, подносчика инструмента, подносчика материалов и т. д. (такая сигнализация вызова может быть световой — номерной или флажковой — и звуковой);

в) организация пооперационного контроля приемки изделий у рабочего места;

г) своевременная уборка готовых изделий от рабочего места;

д) прикрепление вспомогательных рабочих — слесарей текущего ремонта, электромонтеров и т. д. — к определенным участкам;

е) организация для каждого станка или группы станков книг, в которые рабочие записывают требования о проведении ремонта станка или приспособления;

ж) организация тщательной приемки станков и приспособлений после их ремонта.

3. Мероприятия общего значения:

а) обеспечение достаточного, удобного и гигиеничного освещения рабочего места;

б) устройство у каждого станка специальных столиков или щитов для удобного расположения и хранения инструмента;

в) устройство деревянной решетки для подкладки под ноги рабочего;

г) содержание рабочего места в надлежащей чистоте, для чего каждое рабочее место должно быть оборудовано отсосами пыли, получающейся при обработке электроугольных изделий.

Вот краткий перечень основных мероприятий по организации рабочего места. Это — минимум, который должен дополняться и изменяться в зависимости от местных условий.

Введение в жизнь указанных мероприятий не замедлит сказаться на повышении производительности труда рабочего.

Для того чтобы показать, какое значение имеют эти моменты для увеличения производительности труда, в качестве иллюстрации приведем несколько конкретных примеров из достижений стахановцев в электроугольном производстве.

До стахановского движения норма прессовки мембранных цоколей была установлена в 2 400 за 7 час. работы.

В настоящее время те же бригады прессовщиц вырабатывают в смену 7 000 цоколей, т. е. выработка увеличилась почти в три раза (фиг. 75).

Разберем более подробно причины повышения производительности труда в данном случае.

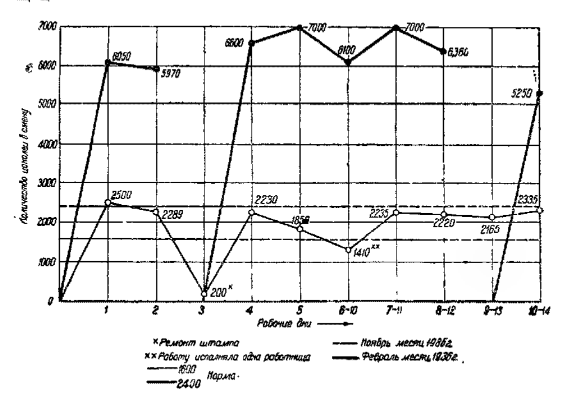
Прессовка мембранных цоколей, как и большинство работ на заводе «Электроугли», относится к машинно-ручному труду. Работа эта очень трудоемка. Поэтому здесь для получения большей производительности труда не только нужно максимально использовать пресс, заставляя его работать с наибольшей быстротой и с большим использованием машинного времени, но в то же время необходимо уделить внимание организации труда, экономному расходованию энергии прессовщицы при наибольшем повышении производительности труда.

Чтобы выяснить, насколько производительно расходуется энергия прессовщицы при прессовке телефонных цоколей, были изучены движения прессовщицы при прессовке и проведен анализ этих движе-

ний. В результате анализа выяснилось, что в процессе прессовки у прессовщицы много движений лишних, не оказывающих никакого влияния на производительность труда, но в то же время сильно утомляющих прессовщицу. Выяснилось, что прессовщицы производили такие работы, как, например, выемка спрессованных цоколей из штампа, что должно делаться насыпальщицами порошка в штамп.

Освобождение прессовщицы от подсобных работ позволило увеличить число ударов пресса.

Установили разделение труда между правой и левой руками прессовщицы.



Фиг. 75. Изменение выработки цоколей.

Правая рука все время находится на рукоятке распределителя пресса, а подача штампа на стол пресса и снятие со стола штампа производятся только левой рукой.

Для механизации работы насыпальщицы порошка введено приспособление, позволяющее при выемке цоколя из штампа не вытаскивать совсем пуансон из матрицы, что сокращает ряд движений у насыпальщиц.

В результате этих несложных мероприятий нормы стали перевыполняться в три раза.

Творческая мысль, разбуженная стахановским движением, не остановилась на указанных достижениях, а пошла дальше. Прессовщицы телефонных цоколей подметили, что уровень стола насыпальщиц ниже уровня стола пресса. Это заставляло насыпальщицу и прессовщицу нести штамп навесу, вместо того чтобы двигать его по столу, от чего часть энергии прессовщиц и насыпальщиц расходуется непроизводительно.

Рукоятка распределителя пресса была расположена далеко от прессовщицы, что заставляло прессовщицу при каждом прессовании слегка наклонять туловище в сторону рукоятки, а это ненужное движение сказывалось на увеличении утомляемости прессовщицы.

Предложено было сделать для прессовщицы поворачивающийся стул на шарикоподшипниках, чтобы прессовщица при передаче и взятии штампа не поворачивала туловища, а вращалась вместе со стулом, что опять-таки избавит прессовщицу от непроизводительной траты энергии.

При передаче и взятии штампа прессовщице приходилось делать в смену до 14 000 поворотов вправо и влево. Эти движения сильно утомляли прессовщицу. Устройство у стула вращающегося на шарикоподшипниках сидения сократило до минимума затрату энергии, которая пойдет на увеличение производительности труда.

Чтобы не передавать штампа рукой, предложено сделать круглый поворачивающийся стол для подачи штампа от насыпальщиц к прессовщицам, и наоборот. Были сделаны предложения автоматизировать выжимку цокольного пуансона и т. п.

Все эти предложения при проведении их в жизнь не замедлят сказаться на повышении производительности труда прессовщицы телефонных цоколей, так как сам по себе пресс по скорости хода позволяет делать до 10 000 ударов в смену вместо тех 2 500 ударов, которые делались этим прессом до стахановского движения.

Разобранный пример говорит о том, что в электроугольной промышленности имеются еще большие резервы по увеличению производительности труда.

Кроме указанных мероприятий для повышения производительности работы большое значение имеет и максимальное насыщение рабочего дня квалифицированного рабочего основной работой по его квалификации.

Когда квалифицированный рабочий сам совершает подсобные работы, производительность его резко падает. Если прессовщица телефонных цоколей стала вырабатывать в три раза больше, то здесь кроме указанных выше мероприятий сказалось и освобождение ее от подсобных операций, как, например, от вынимания цоколя из штампа.

Дополнительная насыпальщица, приставленная к прессовщице, освободив последнюю от подсобных операций, дала возможность увеличить ход поршня пресса, что отразилось на увеличении количества ударов пресса и, следовательно, на увеличении числа выпрессованных изделий.

Разберем еще один конкретный пример перевыполнения норм.

Шлифовальщик колец для штампа в последнее время стал давать перевыполнение норм до 500%. Такое повышение производительности труда объясняется следующими мероприятиями:

1. В данном случае для шлифовки колец применили шлифовальные круги лучшего качества, а именно вместо карборундовых шлифовальных кругов ввели алундовые.

2. Начали подбирать однородную работу на всю смену, что освободило шлифовальщика от частой наладки станка и тем самым дало возможность резко увеличить машинное время.

3. Число оборотов шпинделя увеличили с 70 до 300 об/мин.

4. Увеличили подачу на один оборот изделия с 0,1 до 0,18 *мм*.
5. Увеличили глубину резников с 0,05 до 0,12 *мм*.
6. Уменьшили припуски на обработку на 0,3—0,5 *мм*.
7. Ввели две оправки вместо одной, что дало возможность за время обработки одной партии колец приготовить к работе следующую партию.

Разобранные примеры увеличения производительности труда ярко иллюстрируют то, что для каждой профессии стахановские методы дают возможность увеличить производительность труда, максимально использовать мощность машины и агрегатов и увеличить машинное время. В электроугольном производстве это особенно важно. Электроугольная промышленность, являясь необходимой подсобной отраслью для электромашиностроительной и других видов промышленности, должна дать максимальное количество изделий хорошего качества, не дожидаясь капитальных вложений. А это возможно лишь при внедрении стахановских методов работы.

Для иллюстрации того, как можно повысить мощность завода на основе выявления скрытых резервов, разберем два конкретных примера из практики завода «Электроугли» в период развертывания стахановских методов работы.

Производственная мощность завода «Электроугли» до стахановского движения не использовалась полностью. Так как до последнего времени узким местом на заводе «Электроугли» было размольное отделение, производительность шаровых мельниц была мала, и все остальные цехи завода работали с неполной нагрузкой из-за недостатка размолотого сырья. Зоркий глаз стахановца-рабочего и стахановца-инженера вскрыл причины плохой производительности шаровых мельниц. Был произведен ряд очень несложных мероприятий (в основном — увеличение числа оборотов мельницы и количества шаров), в результате чего производительность шаровых мельниц увеличилась на 70% и размольное отделение перестало быть узким местом.

Другой пример. Таким же узким местом на заводе «Электроугли» были обжигательные печи Мендгейма.

Считалось установленным, что обжиг изделий в последней фазе должен производиться в течение 24 час. Опыт стахановцев, их хорошее знание процесса и обжигательных агрегатов показали, что для этого обжига вполне достаточно 20 час., при этом изделия по качеству получаются не хуже и, кроме того, уменьшается брак от пережога.

Переход на 20-часовой обжиг увеличил производительность печей на 25%, а это значит, что к четырем существующим печам как бы прибавилась пятая печь без соответствующих вложений на капитальное строительство.

Эти два примера стахановской работы по выявлению резервных мощностей завода и их использованию говорят о том, что можно и в других цехах и отделениях завода вскрыть резервные мощности и использовать их на увеличение выпуска продукции. Отсюда основной вывод,—что освоение станка или агрегата, на котором работает рабочий, знание этого станка есть главный залог успеха выявления и использования скрытых мощностей в электроугольной промышленности и максимального увеличения производительности труда наряду с улучшением качества изделий, а также и повышения зарплаты рабочих.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ В ЭЛЕКТРОУГОЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Расход материалов

Статья «Расход материалов» в рентабельности производственного предприятия имеет большое значение. Необходимо следить не только за тем, чтобы соблюдались нормы расхода материала, но и за тем, чтобы сами нормы не были завышены. В данном случае все мероприятия должны быть направлены к сокращению нормы расхода путем уменьшения допусков при обработке, сокращения распыла, угара и т. д.

Экономия получается, главным образом, за счет снижения норм расхода медного купороса и цинковой пыли при производстве электрощеточной медно-графитной массы. Снижение это стимулируется введением премий, что резко повысило заработок рабочего и в то же время снизило нормы расхода материалов.

Брак

В электроугольной промышленности брак иногда доходит до больших размеров, и снижение его является большим источником рентабельности электроугольной промышленности. При производстве электроуглей и электрощеток брак получается, главным образом, в двух переделах — при прессовке и обжиге. Если бдительно следить за технологическим процессом, строго выполнять требования технологических карт и производственных инструкций, то брак резко снижается. Характерным является следующий пример: в III квартале 1935 г. брак электроуглей по отдельным маркам доходил до 73%. В январе же 1936 г., с развитием стахановского движения, брак по этим же самым маркам снижен до 41%, т. е. почти в два раза.

В технологическом процессе никаких изменеиий за этот период не введено, материал и машины остались те же самые. Следовательно, снижение брака объясняется исключительно внимательным отношением рабочего к своей работе, внимательным наблюдением за технологическим процессом производства. Для этого проведены были следующие мероприятия:

а) Прессовку марок электроуглей, идущих с большим браком, поручили одной рабочей бригаде, которая стала заниматься прессовкой только этой марки. Это дало возможность бригаде основательно

заняться изучением причин брака. Было выявлено, что в ряде случаев не соблюдалось надлежащее давление и время выдержки после прессовки. Температуру обжига вместо конусов Зегера стали измерять при помощи термопар, что дало большую точность измерений. Стали бдительно следить за чистотой сырья. Результат сказался быстро, а впереди еще огромные ресурсы рентабельности, так как брак в 40% колоссально велик и должен быть сокращен до минимума.

Часто брак по слоистости и трещинам идет потому, что мундштук или штамп неисправен, а это уже всецело зависит от прессовщика и бригадира, допустивших пользование заведомо негодным инструментом.

Расход электроэнергии

Экономия по электроэнергии на заводе «Электроугли» в 1935 г. выразилась в сумме 43 тыс. руб. Получена эта экономия за счет: замены моторов чрезмерно большой мощности моторами, соответствующими по мощности данному станку или агрегату, замены трансмиссий индивидуальными приводами, а главным образом, за счет экономного расходования электроэнергии на рабочем месте, выключения моторов немедленно по прекращении работы и т. п.

Выполнение программы

Выполнение программы по выпуску продукции решающим образом сказывается на рентабельности завода. Благодаря невыполнению программы резко увеличивается расход на единицу выпуска продукции, так как ряд расходов, как, например, общезаводские и цеховые накладные расходы, содержание административно-технического персонала, отопление, освещение и пр., будут одни и те же независимо от того, в каком размере будет выполняться программа. Влияние выполнения программы на рентабельность предприятия хорошо можно проиллюстрировать на примере завода «Электроугли» в 1935 г. Перевыполнение программы дало возможность заводу выполнить план по себестоимости и получить даже сверхплановую экономию.

Выполнение программы не по ассортименту косвенным образом может сказаться на снижении рентабельности завода.

Изделия, изготовленные не по ассортименту, не всегда во-время находят сбыт, долго лежат в складе готовых изделий нереализованными, что снижает оборотные средства предприятия.

Рабочая сила и производительность труда

Расход на рабочую силу сильно влияет на рентабельность предприятия. Необходимо строго следить за выполнением плана по труду и не допускать перерасхода по этой статье. При этом все мероприятия по организации рабочих мест должны быть направлены к тому, чтобы производительность труда максимально повышалась, что влечет за собой повышение заработка рабочих.

Мы здесь остановились на главных факторах, оказывающих сильное влияние на рентабельность предприятия благодаря большому своему

удельному весу в смете производства. Но другие, менее значительные, факторы в сумме также сильно влияют на рентабельность, если их не брать под повседневный контроль. К этим факторам относятся: расход пара, расход инструмента, неиспользование отходов и т. д. Все это в сумме своей дает большие скрытые ресурсы для рентабельного ведения работы предприятия.

Естественно, что вопросы рентабельности должны являться краеугольным камнем работы каждого предприятия, цеха, бригады. Для этого хозрасчетные отношения должны охватить все предприятие до отдельного агрегата включительно. В этом — основное в вопросе рентабельности.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

СПРАВОЧНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ЭЛЕКТРОЩЕТКАМ И ЭЛЕКТРОУГЛЯМ

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ЭЛЕКТРОЩЕТКИ

Чтобы предъявить вполне обоснованные технические условия к сырью, идущему на изготовление электрощеток, прежде всего необходимо знать требования, предъявляемые к этим изделиям, а вместе с тем и технические условия изготовления электрощеток и электроуглей.

Технические условия на электрощетки должны обеспечить производство этих щеток хорошего качества, культурного вида и обеспечить удовлетворение всех требований в отношении физико-механических и электрических свойств, предъявленных к щеткам. Технические условия на электрощетки соответственно этим требованиям должны предусмотреть: 1) внешний вид; 2) омеднение их; 3) допуски; 4) арматуру электрощеток; 5) твердость электрощеток; 6) износ щеток и коллектора или колец; 7) удельное электрическое сопротивление; 8) плотность тока; 9) коэфициент трения; 10) контактное (переходное) падение напряжения; 11) допускаемую линейную скорость в *м/сек*; 12) удельное нажатие в *г/см*^{2}

Рассмотрим более подробно технические условия и требования, предъявленные к электрощеткам.

Внешний вид электрощеток

Щетки должны быть изготовлены из плотной однородной массы мелкозернистого строения, должны быть хорошо отделаны, без трещин и других видимых пороков и должны хорошо притираться к поверхности коллектора или кольца. Во избежание выкрашивания щетки должны иметь фаску по ребрам.

Плотность щетки зависит не только от процесса производства, но во многом зависит и от сырья, применяемого для производства, и от его структуры. Поэтому требования к сырью должны быть предъявлены жесткие. То же самое надо сказать и в отношении однородности массы щетки и ее мелкозернистого строения. Плотность, однородность и мелкозернистость имеют непосредственное влияние на механические и электрические свойства щеток.

Омеднение электрощеток

Назначение медного слоя на щетке — это уменьшить контактное сопротивление между щеткой и щеткодержателем в случае неармированных щеток или для уменьшения контактного сопротивления между щеткой и ее арматурой.

И в том и в другом случае преследуется цель уменьшить электрические потери и связанное с ними нагревание. Омеднение должно равномерно покрывать $^1/_3$ по высоте щетки. Медный слой должен быть плотным, однородно блестящим (не зубчатым), без признаков окисления. При работе щеток медный слой не должен пузыриться и отставать от их поверхности. Толщина медного слоя с каждой стороны омедненной поверхности определяется соответствующими условиями и колеблется в пределах от 0,04 до 0,08 *мм*.

Арматура электрощеток

Типы арматуры электрощеток должны удовлетворять следующим требованиям:

а) Обоймы арматуры должны быть изготовлены из листовой красной или латунной меди толщиной от 0,75 до 1 *мм*. Насадка обоймы на щетку должна быть плотной (без зазора) и механически прочной. По своим наружным размерам обоймы не должны быть больше размеров, установленных для щеток. Исключение из последнего требования бывает очень редко, когда обойма по условиям конструкции щеткодержателей выходит за пределы габаритов щеток.

б) Токопроводящий канатик должен быть из красной меди, гибкий, крученый, с оплеткой или без нее. Он должен иметь прочный и надежный в механическом и электрическом отношении контакт со щеткой. Сечение токопроводящего канатика (кабеля) должно быть выбрано, сообразуясь с плотностями тока, которые должны быть порядка 5 *а/мм*^{2}.

в) Наконечники токопроводящего канатика изготовляются из красной листовой или латунной меди толщиной от 0,75 до 1 *мм* и должны быть облуженными. Наконечники штепсельного типа делаются из латунной проволоки. Тип наконечника оговаривается каждый раз особо в заказе, так же как и в арматуре.

Диаметр проволоки, из которой скручивается токопроводящий канатик, составляет 0,08 *мм*, но не выше, так как при большем диаметре проволоки токопроводящий канатик получается не гибким.

В настоящее время завод «Электроугли» вынужден, однако, применять канатик из проволоки 0,13 *мм*, так как заводы поставщики кабеля из проволоки 0,05 *мм* не изготовляют.

Крепление гибкого проводника к щетке может быть осуществлено одним из следующих трех способов:

Способ П. Пайкой канатика непосредственно к телу щетки (фиг. 76). При этом поверхность щетки обязательно должна быть омеднена. Этот способ применяется для щеток всех марок кроме Г-4 при толщине меньше 8 *мм*.

Способ К. В отверстие в теле щетки арматурный проводник законопачивается с помощью специального порошка (фиг. 77). Этот

Физические и электрические свойства щеток завода „Электроугли"

Группа	Марка: Стандарт ВЭТ № 1	Марка: Старая марка завода „Электроугли"	Твердость по Шору	Удельное электрическое сопротивление	Контактное (переходное) падение напряжения в *в*	Допускаемая плотность тока в $a/см^2$	Коэфициент трения	Допускаемая линейная скорость в *м/сек*	Удельное нажатие в $г/см^2$
Угольно-графитные	Т-1		50 — 70	40 — 60	Очень высокое	4,5	Высокий	10	240 — 320
	Т-2	Т	40 — 55	40 — 60	Высокое	5	Высокий	12	240 — 320
Графитные	Г-1	А	35 — 50	30 — 45	Высокое	6	Высокий	15	200 — 240
	Г-2	А-2	30 — 45	24 — 35	Высокое	8	Средний	20	160 — 240
	Г-3	В—В-2	25 — 37	10 — 22	Высокое	10	Средний	25	120 — 200
	Г-4	ВС	10 — 18	10 — 20	Среднее	12	Низкий	30	120 — 160
Электро-графитированные	ЭГ-2	ЭГ-2		16 — 24	Высокое	10—12 [1]	Низкий	25	200 — 240
Графитно-медные	М-1	М-4	30 — 42	2 — 12	Среднее	14	Средний	15	160 — 200
	М-3	М-1	28 — 38	6 — 16	Среднее	12	Средний	20	160 — 200

Медно-графитные	М-Г	МГ	6 — 12	0,05 — 0,10	Низкое	25	Средний	20	120 — 150
	МГ-1	МГ-1	5 — 7	0,10 — 0,25	Низкое	22	Низкий	20	120 — 150
	МГ-2	МГ-2	4 — 6	0,20 — 0,40	Низкое	22	Низкий	25	120 — 150
	МГ-3	МГ-3	3 — 5	0,30 — 0,45	Низкое	20	Низкий	25	120 — 150
Бронзо-графитные	БГ		5 — 10	0,20 — 0,30	Низкое	30	Средний		150 — 200

[1] На кольцах 10 *а*, на коллекторе 12 *а*.

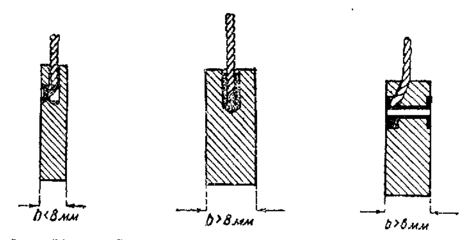
Примечание. В производственных условиях переходное падение напряжения и коэфициент трения меняются для одной и той же марки щеток в зависимости от материала коллектора и кольца, состояния их поверхностей, температуры, линейной скорости и т. д. Пределы изменения значения переходного напряжения и коэфициента трения следующие:

Переходное падение напряжения	
Низкое до	0,6 *в*
Среднее	от 0,6 до 1,2 *в*
Высокое	„ 1,2 „ 1,7 „
Очень высокое	„ 1,7 *в* и выше

Коэфициент трения	
Низкий	до 0,25
Средний	0,25 — 0,40
Высокий	от 0,40 и выше

способ применяется для щеток всех марок кроме Г-3 и Г-4 при толщине их не меньше 8 *мм*. Омеднение щеток не обязательно, хотя рекомендуется, так как контакт между щеткой и проводником в случае омедненных щеток значительно более надежен.

Способ Р. Крепление осуществляется с помощью медной тонкостенной трубки (фиг. 78) с сильно развальцованными в виде шайбы концами, утопленными в теле щетки. Под один из развальцованных концов трубки заводится охватывающий ее проводник, который после развальцовки второго конца трубки плотно прижимается к телу щетки. Омеднение щетки не обязательно, хотя контакт между проводником и щеткой в случае омедненных щеток значительно надежнее и лучше. Способ крепления Р не применяется для щеток марки Г-4, также не применяется при толщине щетки меньше 6 *мм* и ширине



Фиг. 76—78. Способы прикрепления канатика к телу щетки.

меньше 100 *мм*; для всех остальных марок и размеров является одним из лучших как в смысле надежности электрического контакта, так и механической прочности соединения.

Твердость электрощеток

В механическом отношении щетки должны обладать твердостью по склероскопу Шора в пределах, указанных в таблице на стр. 160.

Измерение твердости в угольных и угольно-графитных щетках имеет большее значение, так как с изменением твердости изменяются и остальные свойства щеток.

Если в вышеприведенной таблице с твердостью щетки сравнить остальные электрофизические показатели ее, то заметим следующую закономерность: с понижением твердости в угольно-графитных и графитных щетках в них понижаются: а) удельное электрическое сопротивление; б) контактное (переходное) падение напряжения; в) коэфициент трения; г) удельное нажатие. Наоборот, допускаемая плотность тока и допускаемая линейная скорость с понижением твердости электрощетки увеличиваются.

Способность пришлифовки электрощеток

Для определения качества щетки важно знать, как электрощетка способна пришлифовываться к коллектору или кольцу. Чем лучше

пришлифовывается щетка, тем лучше она работает, а поэтому шлифующая способность электрощетки должна быть определена обязательно при определении свойств электрощеток. Способность щетки пришлифовываться определяется на специальном коллекторе или кольце. Для быстрого и не особенно точного определения шлифующей способности электрощетки пользуются следующим приемом:

Рабочие поверхности двух новых электрощеток легко трут одну о другую. Если при этом через короткий промежуток времени трущиеся поверхности принимают блестящий отшлифованный вид и во время трения рабочих поверхностей не будет значительного образования угольной пыли, то щетку можно в отношении шлифующей способности признать хорошей.

Сильное образование угольной пыли от щетки приводит к замыканию на короткое медных пластин коллектора и тем самым может вызвать круговой огонь и вывести машину из строя. Хорошая же шлифующая способность электрощетки, не дающая большого образования угольной пыли, на коллекторе или кольце машины быстро образует особый темноватый слой ничтожной толщины, благотворно влияющий на работу машины.

Изнашиваемость электрощеток

Качество электрощеток определяется временем, в течение которого щетка изнашивается. Если за 24 часа работы при окружных скоростях и удельном нажатии, присущих для данной марки электрощеток, последние изнашиваются не более чем на 0,25 *мм*, то щетка считается хорошей. При этом щетка должна прорабатываться равномерно, без выкрашивания ребер и углов рабочей поверхности. После 2-часовой работы рабочая поверхность новой электрощетки должна быть зеркально блестящей, а коллектор или кольцо не должны иметь следов износа.

Удельное электрическое сопротивление

Удельное электрическое сопротивление электрощеток (см. стр. 160) определяется по следующей формуле:

$$\varrho = R\frac{s}{l},$$

где R — сопротивление щетки в омах;
s — поперечное сечение щетки в *мм*²;
l — длина испытуемой части в *м*.

Плотность тока

В стандарте 1934 г. указана плотность тока в амперах на квадратный сантиметр в поперечном сечении электрощеток. Указанную в таблице на стр. 160 плотность электрического тока щетки могут выдерживать длительное время без чрезмерного нагревания.

Если же окружная скорость на коллекторе или кольце больше, чем это предусмотрено таблицей, то плотность тока следует уменьшить в зависимости от условий, в которых работают машины.

Перегрузка электрощетки приводит ее к сильному нагреванию. Гибкие токопроводящие проводники также накаливаются, а иногда

даже перегорают. Перегруженная электрощетка, нагреваясь, уменьшает свое контактное сопротивление, что еще больше увеличивает проходящий через данную щетку ток со всеми вытекающими отсюда неблагоприятными условиями для работы электрических машин, и перегруженная щетка начинает искрить.

Коэфициент трения

Коэфициент трения электрощетки, во-первых, зависит от твердости электрощетки: чем тверже щетка, тем больше коэфициент трения. Во-вторых, коэфициент трения зависит от окружной скорости коллектора или контактного кольца электрической машины: чем больше линейная скорость коллектора, тем меньше коэфициент трения. В-третьих, коэфициент трения щетки меньше на кольце, чем на коллекторе, изготовленном из того же материала. Кроме того, на чугунных и стальных кольцах коэфициент трения выше, чем на бронзовых и медных. Наконец, коэфициент трения зависит от состояния, в котором находятся трущиеся поверхности. При хорошо полированной поверхности кольца или коллектора коэфициент трения меньше, чем при нечистой скользящей или изношенной поверхности.

Допустимая линейная скорость

Для каждой марки электрощеток имеется предельная линейная скорость коллектора или контактного кольца. Превышение этого предела разрушает электрощетку и коллектор. Предельная линейная скорость, измеряемая в *м/сек*, зависит от многих причин. Прежде всего этот предел зависит от качества самой щетки и в первую очередь от ее коэфициента трения. Кроме того, предельная линейная скорость зависит от поверхности коллектора или контактного кольца, от нажатия пружины щеткодержателя и пр.

Удельное нажатие

Под удельным нажатием подразумевается давление, которое щетка под действием пружины щеткодержателя производит на коллектор или контактное кольцо, в $г/см^2$. Удельное нажатие является величиной не постоянной для электрощетки и зависит от конструкции щеткодержателя, окружной скорости и условий, в которых работает щетка. Так, при большой скорости коллектора удельное нажатие должно быть больше, чем при малой скорости.

Точно так же, если щетка поставлена на крановые, трамвайные и электровозные двигатели, где машины подвергаются толчкам и сотрясениям, удельное нажатие должно быть увеличено для того, чтобы обеспечить постоянство плотного прилегания щетки к поверхности кольца или коллектора.

Контактное сопротивление и контактное падение напряжения

Сопротивление цепи короткозамкнутой секции якоря является суммой трех сопротивлений: 1) сопротивления самой короткозамкнутой секции якоря; 2) сопротивления щетки, замыкающей секции якоря накоротко; 3) контактного сопротивления между щеткой и коллектором.

Контактное сопротивление между щеткой и коллектором зависит от: 1) омического сопротивления тела щетки; 2) переходного сопротивления между щеткой и коллектором в направлении от металла одной ламели коллектора к щетке; 3) переходного сопротивления между щеткой и коллектором в направлении от щетки к металлу ламели, соседней с первой ламелью.

Отбор проб и браковка

Вся готовая продукция щеток подвергается проверке удовлетворения требованиям существующего стандарта в отношении внешнего вида, размеров, омеднения, маркировки и арматуры.

Для проверки твердости, удельного электрического сопротивления и переходного падения напряжения готовая продукция разбивается в соответствии с установлеными стандартом марками щеток на партии по 1 000 в каждой.

От каждой партии щеток отбирается для определения твердости и размеров:

от партии менее 1 000 — 5%,

от партии более 1 000 — 3%;

для определения электрического удельного сопротивления отбирается от 4 до 10 шт.;

для определения переходного падения напряжения отбирается от 4 до 6 шт.;

для определения перегрева арматуры при номинальном токе отбирается 4 шт.

В случае если более 5% из отобранных для испытания щеток не удовлетворит хотя бы одному требованию настоящего стандарта в отношении твердости, электрического удельного сопротивления, перегрева арматуры и переходного падения напряжения, то вся партия подвергается пересортировке и вновь предъявляется к приемке.

Для повторного испытания отбирается удвоенное количество щеток против указанного выше.

Отобранная группа щеток подвергается испытанию в отношении только тех требований стандарта, которым она не удовлетворяла при первом испытании.

Если повторное испытание даст неудовлетворительные результаты, то вся партия щеток бракуется.

2. ДУГОВЫЕ ЭЛЕКТРОУГЛИ

Осветительные угли

Режим работы углей. Световой эффект и режим работы углей в дуге постоянного и переменного тока неодинаковы.

При постоянном токе уголь, присоединенный к положительному полюсу, накаливается значительно сильнее отрицательного угля, и если бы он был взят одинакового диаметра с отрицательным, то сгорел бы также скорее. Для установления равномерности в скоростях сгорания обоих углей диаметр положительного угля должен быть взят на несколько миллиметров больше диаметра отрицательного. Наибо-

лее ярко светящейся частью является углубление (кратер), образующееся на горящем конце положительного угля. Принимая полную силу света обыкновенной дуги равной 100%, считают, что на долю кратера положительного угля приходится около 85%, на долю светящегося конца отрицательного угля — около 10% и на долю пламени дуги — только 5%.

В электрической дуге переменного тока оба угля накаливаются в одинаковой мере и имеют одну и ту же скорость сгорания. На обоих углях образуются кратеры, однако величина их уступает величине кратера в положительном угле дуги постоянного тока, и яркость их значительно меньше. Сила света, отдаваемая пламенем дуги переменного тока, оценивается также примерно в 5% от полной. На долю каждого кратера приходится по 47,5% света, испускаемого системой.

Таким образом дуга постоянного тока имеет то преимущество, что большая часть полного светового потока дуги исходит из кратера положительного угля, и следовательно, при постоянном токе дуга больше приближается к точечному источнику света, чем при переменном токе, когда световой поток исходит из двух расположенных на некотором расстоянии кратеров, значительно менее ярких.

Кроме того, светоотдача дуги переменного тока на углях одинакового качества и при равном потреблении электроэнергии как следствие меньшей яркости кратеров значительно меньше, чем светоотдача дуги постоянного тока.

В целях облегчения образования достаточно глубокого, хорошей формы кратера в центре угольного стержня оставляется продольный канал круглого сечения, наполняемый менее плотной массой, чем основная угольная оболочка. Более рыхлая масса фитиля в начале горения дуги сгорает легче плотной оболочки, чем, естественно, способствует образованию кратера, однако сгорание фитиля не идет далеко вглубь угля, и после того, как кратер оформился, дальнейшее горение идет уже равномерно, так что кратер все время сохраняет первоначальную форму.

Таким образом положительный уголь при постоянном токе всегда должен быть взят с фитилем, при переменном — фитилем снабжаются оба угля.

При нефитильном угле дуга не устанавливается точно по оси углей, а может скользить по поверхности концов горящих углей (бегать), образовывая незаконченные, неправильной формы кратеры, а потому и значительно легче потухает.

Наличие фитиля способствует спокойному горению дуги в центре угля. Поэтому при больших нагрузках рекомендуется при постоянном токе снабжать фитилем не только положительный, но и отрицательный уголь. И наконец, вводя в фитиль соли металлов, повышают силу света дуги, обогащают свет лучами с короткой длиной волны (важно для фотографических целей и киносъемок) или придают свету дуги определенную окраску (красную, зеленую и т. п.). Эти последние, пламенные или эффектные, угли употребляются, главным образом, при работе на переменном токе, но иногда и на постоянном токе.

Угли для термических целей

Общие сведения. В осветительной технике вольтова дуга оценивается лишь с точки зрения количества излучаемой ею световой энергии, и выделение тепла является неизбежным, но неприятным спутником. При использовании же тепловой энергии вольтовой дуги соотношение получается обратное: на первом плане стоит количество выделяемого тепла, необычайная же яркость света является неприятным и мешающим работе фактором.

Распределение излучаемой световой энергии, а также и распределение температуры в вольтовой дуге, соответствует состоянию электродов.

Наивысшая температура наблюдается на поверхности анода, т. е. в кратере положительного угля, подвергающегося бомбардировке электронов, двигающихся с чрезвычайной скоростью с катода отрицательного угля. Определяется она величиной около 4 000°. От положительного угля к отрицательному имеет место падение температуры около 600—800°, так что температура отрицательного угля оценивается приблизительно в 3 200—3 400°.

Характерной особенностью вольтовой дуги как источника тепла является концентрация его в сравнительно небольшом пространстве; на долю положительного угля приходится около 43% общего выделяемого дугой тепла.

Сварочные угли. Наряду с широким использованием электросварки по способу Славянова (с металлическими электродами) в практике находит довольно большое применение электросварка по способу Венардоса и Церенера с угольными электродами. Это же относится и к резке металлов угольными электродами.

Можно считать установленным, что сварка при помощи угольных электродов на переменном токе дает неудовлетворительные результаты, а потому следует рекомендовать производить ее всегда на постоянном токе. Это же относится и к резке металлов вольтовой дугой при помощи угольного электрода. В этом случае необходимо положительный полюс источника тока присоединить к электроду, а отрицательный — к разрезаемому металлу. При сварке по способу Венардоса употребляются электроды диаметром от 5 до 25 *мм* и длиной от 250 до 800 *мм*. При сварке по способу Церенера угли редко употребляются длиной выше 300 *мм*.

Допускаемые токи сварочных углей марки ВЭТ С К-во

Диаметр электрода в *мм*	Нормальный ток в амперах	Максимальный ток в амперах
6 — 10	60 — 180	250
10 — 15	180 — 250	800
15 — 20	250 — 350	400
20 — 25	350 — 420	500
25 — 30	420 — 500	600

Для перечисленных выше целей сварки и резки металлов завод «Электроугли» изготовляет специальные угли марки ВЭТ С К-во.

Допускаемые токи для углей ВЭТ С К-во приведены в таблице (см. таблицу выше).

3. ЭЛЕКТРОУГЛИ ДЛЯ ПЕЧЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Преобразование электрической энергии в тепловую может быть достигнуто не только с помощью вольтовой дуги, но также и пропусканием тока через сопротивление, служащее нагревательным элементом.

В практике довольно широко распространен метод нагрева сопротивлением, причем в относительно мощных для этого способа нагрева установках (печах) зачастую пользуются сопротивлением из искусственного угля.

Угольный нагревательный элемент при этом может иметь либо форму сплошного угольного стержня (печи Штейнберга и Граммолина), либо трубки (печь Таммана), либо, наконец, криптоловой крупки (печь Вейли).

По внешнему виду угольные трубки являются тонкостенной трубой с гладкой поверхностью, на которой не допускается наличия поперечных трещин, видимых невооруженным глазом. На торцевом сечении концентрические трещины небольших размеров, не выходящие ни на наружную, ни на внутреннюю поверхность трубки, допускаются.

4. ЭЛЕМЕНТНЫЕ ЭЛЕКТРОУГЛИ

Угли, предназначенные для работы в гальванических элементах, изготовляются заводом «Электроугли» под маркой «ВЭТ Элементный Кудиново».

С внешней стороны они представляют стержни или пластины сплошного сечения, с гладкой поверхностью, без поперечных трещин и лишь в некоторых случаях с волосовыми трещинами, непрерывная длина которых не превышает 15 *мм*.

Кривизна углей, их механическая прочность а также удельное электрическое сопротивление находятся под постоянным и строгим контролем заводской лаборатории.

Проверка кривизны углей производится при помощи соответствующих трубчатых калибров или калибров прямоугольного сечения, длина которых равняется длине угля, а внутреннее отверстие имеет размер, несколько больший (на определенный допуск), чем соответствующие размеры угля.

2 р., пер. 60 к.
ЭЭ-40-3-2

